

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva**

## **Technické prostředky protipovodňové ochrany**

**Student: Martin Lisoněk**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kovařík Ph.D.**

**Studijní obor: Havarijní plánování a krizové řízení**

**Datum zadání bakalářské práce: 30.11.2009**

**Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2010**

### **Čestné prohlášení**

„Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma – Technické prostředky protipovodňové ochrany jsem vypracoval samostatně s použitím doporučené odborné literatury, kterou jsem všechnu citoval v seznamu literatury a pod odborným vedením svého vedoucího práce.“

V Ostravě dne:

.....

podpis

## **Anotace**

Lisoněk, M. Technické prostředky protipovodňové ochrany: Bakalářská práce, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2010. s.73

Bakalářská práce se zabývá technickými prostředky protipovodňové ochrany. V této práci jsem nastínil základní principy prostředků protipovodňové ochrany. A také jsem zhodnotil prostředky z hlediska ekonomického, aktivace a celkové efektivity. U mobilních protipovodňových systémů jsem uvedl novinky.

Klíčová slova: Protipovodňové opatření, Mobilní protipovodňové systémy, Polder, Povodňová prevence

## **Annotation:**

Lisoněk, M. Tech funds for flood protection: thesis, Ostrava: VŠB - TU Ostrava, Faculty of Safety Engineering, 2010. s.73

The bachelor thesis deals with the technical means of flood protection. In this paper, I outlined the basic principles of flood protection systems. And I also evaluated these systems in aspect of economic resources, the overall efficiency and activation. I also mentioned inovations for flood-Mobile systems.

Keywords: Flood control, flood-Mobile systems, Polder, Flood Prevention

## Obsah:

1.	Úvod .....	4
2.	Cíl práce.....	5
3.	Rešerše prostudované literatury.....	6
4.	Používané pojmy .....	7
5.	Povodně .....	9
5.1.	Stupně povodňové aktivity [1] .....	9
5.2.	Charakteristika povodně .....	10
5.3.	Rozdělení povodní.....	11
5.4.	Právní normy a předpisy řešící protipovodňovou ochranu.....	12
6.	Princip dlouhodobě udržitelné ochrany před povodněmi.....	13
6.1.	Tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany.....	13
6.1.1.	Přírozená retence .....	13
6.1.2.	Prevence povodí .....	13
6.1.3.	Technická protipovodňová ochrana.....	14
7.	Povodňový plán .....	15
7.1.1.	Základní strukturu povodňových plánů tvoří: [8] .....	15
7.1.2.	Povinnost zpracovávat povodňový plán ohrožených nemovitostí - Dle zákona č. 254/2001 Sb. § 71 odstavec 4 : .....	15
7.1.3.	Povinnost zpracovávat povodňový plán ohrožených nemovitostí -Dle Technické odvětvové normy vodního hospodářství TNV 75 2931.....	15
7.1.4.	Povodňový plán .....	16
8.	Technické prostředky protipovodňové ochrany .....	17
9.	Statické technické prostředky protipovodňové ochrany.....	18
9.1.	Protipovodňové hráze .....	18
9.1.1.	Technické specifikace protipovodňového prostředku .....	18
9.1.2.	Ekonomická stránka nákupu nebo výstavba prostředku.....	18
9.1.3.	Celková efektivita protipovodňové hráze.....	19
9.2.	Poldry .....	19
9.2.1.	Technické specifikace.....	19
9.2.2.	Ekonomická stránka nákupu nebo výstavba prostředku.....	20
9.2.3.	Možnosti stavby poldru. ....	20
9.2.4.	Celková efektivita poldrů .....	21
9.3.	Shrnutí statických technických prostředků protipovodňové ochrany.....	21

10.	Technické protipovodňové prostředky – ochrana pláště budov .....	22
10.1.	Technické specifikace.....	22
10.2.	Ekonomická stránka nákupu nebo výstavba prostředku.....	23
10.3.	Časové hledisko uvedení do provozu prostředku .....	23
10.4.	Celková efektivita technických prostředků ochrany pláště budov .....	24
10.5.	Shrnutí technických prostředků ochrany pláště budov .....	24
11.	Mobilní protipovodňové systémy (MPS) .....	25
11.1.	Kategorizace MPS .....	25
11.2.	Stacionární mobilní systémy .....	25
11.3.	Základní členění MPS .....	27
11.4.	Základní kritéria pro výběr MPS .....	27
11.5.	Základní kritéria pro zhodnocení MPS.....	28
11.6.	Klasické pytle s pískem .....	29
11.6.1.	Technické specifikace, montáž – klasických pytlů .....	29
11.6.2.	Ekonomická stránka nákupu klasických pytlů .....	30
11.6.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	30
11.6.4.	Efektivita systému - klasických pytlů.....	31
11.7.	Tandemové pytle .....	31
11.7.1.	Technické specifikace, montáž – tandemových pytlů .....	31
11.7.2.	Ekonomická stránka nákupu tandemových pytlů.....	32
11.7.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	32
11.7.4.	Efektivita systému - tandemových pytlů .....	33
11.8.	Hrazení plněné vodou nebo jiným inertním materiálem .....	33
11.8.1.	Technické specifikace, montáž.....	33
11.8.2.	Ekonomická stránka nákupu a provozu.....	34
11.8.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	34
11.8.4.	Efektivita systému .....	35
11.9.	Pryžotextilní stěny Rubena.....	35
11.9.1.	Technické specifikace, montáž – „vaků Rubena“ .....	35
11.9.2.	Ekonomická stránka nákupu – „vaků Rubena“ .....	36
11.9.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	36
11.9.4.	Efektivita systému – „vaků Rubena“ .....	36
11.10.	Tiger dam.....	37
11.10.1.	Technické specifikace, montáž – Tiger dam .....	37

11.10.2.	Ekonomická stránka nákupu – Tiger dam .....	38
11.10.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	38
11.10.4.	Efektivita systému – Tiger dam.....	39
11.11.	Damlite GS 80 .....	39
11.11.1.	Technické specifikace, montáž – Damlite GS 80.....	39
11.11.2.	Ekonomická stránka nákupu – Damlite GS 80.....	40
11.11.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	40
11.11.4.	Efektivita systému – Damlite GS 80 .....	40
11.12.	Tube Wall airfilled.....	41
11.12.1.	Technické specifikace, montáž - Tube Wall airfield.....	41
11.12.2.	Ekonomická stránka nákupu Tube Wall airfield .....	43
11.12.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	43
11.12.4.	Efektivita systému Tube Wall airfield.....	43
11.13.	Watergate.....	44
11.13.1.	Technické specifikace, montáž.....	44
11.13.2.	Technické specifikace Watergate .....	45
11.13.3.	Ekonomická stránka nákupu Watergate .....	45
11.13.4.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	45
11.13.5.	Efektivita systému Watergate.....	46
11.14.	Mobilní protipovodňová zábrana .....	46
11.14.1.	Technické specifikace, montáž MPZ.....	47
11.14.2.	Ekonomická stránka nákupu MPZ .....	47
11.14.3.	Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko.....	48
11.14.4.	Efektivita systému MPZ .....	48
11.15.	Multikriteriální analýza (rozhodovací analýza).....	48
11.16.	Zhodnocení MPS .....	49
12.	Závěr.....	51
13.	Použitá literatura.....	52
14.	Seznam použitých zkratk.....	54
15.	Seznam obrázků.....	55
16.	Seznam tabulek.....	56
17.	Seznam příloh.....	57

## 1. Úvod

Výskyt povodní na celém světě se v posledních letech velmi zvýšil. Povodně zasahují značnou část území a způsobují ztráty na lidských životech a také způsobují nemalé škody na majetku a životním prostředí. Ochrana před povodněmi se v posledních letech velmi zlepšila. Tomuto zlepšení částečně pomohly povodně v roce 1997 na Moravě a 2002 v Čechách. Jelikož při těchto povodních byly velké ztráty na životech, majetku a životním prostředí zaměřila se vodohospodářská politika na jejich řešení. A to hlavně v oblasti krizového managementu a preventivní ochrany před vznikem povodně. V dnešní době můžeme předvídat hydrologické a meteorologické podmínky a tak předpovědět z části vznik a sílu povodně. Bohužel už nedokážeme přesně předpovědět na jakém území tato povodeň vznikne. Proto je také velmi důležité se zabývat protipovodňovými opatřeními a tyto dále rozvíjet a zdokonalovat. Jelikož díky nim můžeme odklonit směr povodně nebo dokonce omezit vznik povodně a tím zachránit lidské životy, hmotné statky a uchránit životní prostředí. Proto jsem se rozhodl zabývat ve své bakalářské práci technickými prostředky protipovodňové ochrany. U těchto protipovodňových prostředků uvedu základní členění a následně vybrané prostředky zhodnotím. Uvedu také nejen novinky z prostředků protipovodňové ochrany, které se používají v ČR, ale také prostředky vyvinuté ve světě.

## **2. Cíl práce**

Cílem práce je popsat vybrané druhy technických prostředků protipovodňové ochrany, jejich efektivní použití a porovnání nákladů a účinnosti.



### **3. Rešerše prostudované literatury**

**Ing. Kovář Milan, Ochrana před přirozenými a zvláštními povodněmi, Tiskárna MV p.o., 2003, 37 s., ISBN:80-86640-17-5**

Příručka popisuje úkoly povodňových orgánů, ujasňuje organizaci velení při mimořádných událostech. V příručce je popsána taky ochrana před přirozenými a zvláštními povodněmi.

**Por. Ing. Jiří Matějka, Metodická příručka pro stavbu mobilních protipovodňových stěn, Tiskárna MV p.o., 2003, 137 s., ISBN:80-86640-16-7**

Příručka je zdrojem informací o typech, možnostech nasazení a účinnosti protipovodňových stěn. Jsou v ní také uvedeny praktické zkušenosti o instalaci protipovodňových stěn.

**Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů**

Tento zákon se zabývá veškerými povrchovými a podzemními vodami. Jsou zde vymezeny důležité pojmy.

**Newson, Malcolm. Hydrology and river environment. New York: Oxford University, 1994. 221 s. ISBN 0-19-874156-1**

Tato kniha je všeobecně o hydrologii, hydrologických jevech, o možných nebezpečích, které vyplývají z povodní, dlouhodobě trvajících such a dalších klimatických změn.

#### **Shrnutí rešerše:**

Tyto materiály mi dodaly obecné informace o protipovodňové ochraně, principech protipovodňových hrazení, ochraně osob a majetku. Dále jsem čerpal z propagačních a výrobních dokumentů jednotlivých výrobců mobilních protipovodňových systémů.

## 4. Používané pojmy

V této části uvedu použité zkratky a vysvětlím základní pojmy.

**Povodeň** – Dle zákona č.254/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů, změn a doplnění se povodní rozumí: *“Povodněmi pro účely tohoto zákona se rozumí přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod.”*<sup>1</sup>

**Kulminační hladina** – určuje hranice území ohroženého povodní a je závislá na daném typu povodně. [1]

**Poldr** – se rozumí suchá nádrž, která zadržuje velkou vodu. V poldru se transformuje povodňová vlna, která pak působí menší či žádné škody. V poldru také sedimentují erodované částice a vodní nádrže níže po toku se tak chrání před zanášením. Plocha poldru je zemědělsky obdělávaná, zpravidla jako trvalý travní porost.[3]

**Povodňová vlna** – je průtoková vlna s charakterem povodně. Začátek průtokové vlny je okamžik, kdy dochází k výraznému zvětšování průtoku. Šíří se po hladině toků, přehrad či jezer, má značné destrukční účinky a vyžaduje okamžitá bezodkladná opatření (evakuace obyvatel, varování obyvatel atd.) [1]

**Zátopové území (inundační území)** – jsou z definice administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou . tato území jsou dále rozlišena podle zaplavené velikosti a území při určitém průtoku, tzv. n-leté vodě. [1]

**Záplavová čára** – se značí jako křivka odpovídající průsečnici hladiny vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. [1]

---

<sup>1</sup> Česká republika. Zák. č. 254/2001 Sb. o vodách. In *Sbírka zákonů, ČR*. 2001, č. 98/2001, s. 36.

**Říční niva** – je chápána jako území přilehlé k vodnímu toku, které je při vyšších průtocích periodicky zaplavováno [4]

**Povodí** - je území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků k určitému místu vodního toku (obvykle soutok s jiným vodním tokem nebo vyústění vodního toku do jiného vodního útvaru). Povodí je ohraničeno rozvodnicí, kterou je myšlená hranice geomorfologického rozhraní mezi sousedními povodími. Plocha povodí zahrnuje také plochy povrchových vodních útvarů v povodí. [1]

## 5. Povodně

Povodeň začíná vyhlášením druhého nebo třetího stupně povodňové aktivity (§ 70) a končí odvoláním třetího stupně povodňové aktivity, není-li v době odvolání třetího stupně povodňové aktivity vyhlášen druhý stupeň povodňové aktivity. V tom případě končí povodeň odvoláním druhého stupně povodňové aktivity. Povodní je rovněž situace při níž nebyl vyhlášen druhý nebo třetí stupeň povodňové aktivity, ale stav nebo průtok vody v příslušném profilu nebo srážka dosáhla směrodatné úrovně pro některý z těchto stupňů povodňové aktivity podle povodňového plánu příslušného územního celku. Pochybnosti o tom, zda v určitém území a v určitém čase byla povodeň, rozhoduje, je-li splněna některá z těchto podmínek, vodoprávní úřad. [1]

Ochrana před povodněmi je řízena povodňovými orgány definovanými v zákoně č. 254/2001 Sb. § 77. Tyto orgány ve svém územní působnosti odpovídají za organizaci povodňové ochrany, řídí, koordinují a kontrolují činnost ostatních účastníků ochrany před povodněmi.

Za nebezpečí povodně se považují situace zejména při: [1]

- dosažení stanoveného limitu vodního stavu nebo průtoku ve vodním toku a jeho stoupající tendenci.
- déletrvajících vydatných dešťových srážkách, popřípadě prognóze nebezpečí intenzivních dešťových srážek, očekávaném náhlém tání, nebezpečném chodu ledů nebo při vzniku nebezpečných ledových zácp a nápěchů,
- vzniku mimořádné situace na vodním díle, kdy hrozí nebezpečí jeho poruchy.

### 5.1. Stupně povodňové aktivity [1]

Stupně jsou definovány v zákoně [1] a jsou to tyto:

- **první stupeň (stav bdělosti)** nastává při nebezpečí přirozené povodně a zaniká, pominou-li příčiny takového nebezpečí.
- **druhý stupeň (stav pohotovosti)** se vyhláší v případě, že nebezpečí přirozené povodně přerůstá v povodeň; vyhláší se také při překročení mezních hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti.
- **třetí stupeň (stav ohrožení)** se vyhláší při nebezpečí vzniku škod většího rozsahu, ohrožení životů a majetku v záplavovém území; vyhláší se také při dosažení

kritických hodnot sledovaných jevů a skutečností na vodním díle z hlediska jeho bezpečnosti.

## 5.2. Charakteristika povodně

Velikost povodně můžeme charakterizovat tvz. N – letou vodou. Ve vodohospodářské praxi je tato voda vyjadřována dvouletou, čtyřicetiletou, ... až stoletou vodou. Povodňové průtoky s delší dobou opakování více jak Q100 se stanovují výjimečně. Označuje je se QN kde Q je označení průtoku na určitém toku a N jsou léta, takže stoletá voda je Q100. Jedná se o statistický údaj, který udává dobu opakování, kdy se může povodeň určité velikosti, vyskytnout (např: pětiletá voda je tak průměrně dostoupena nebo překročena dvacetkrát za období sta let). Údaje o N - letých vodách jsou zpracovány podle nejlepších dostupných metod a podkladů, mají velkou chybu a to řádově v desítkách procent. [5]

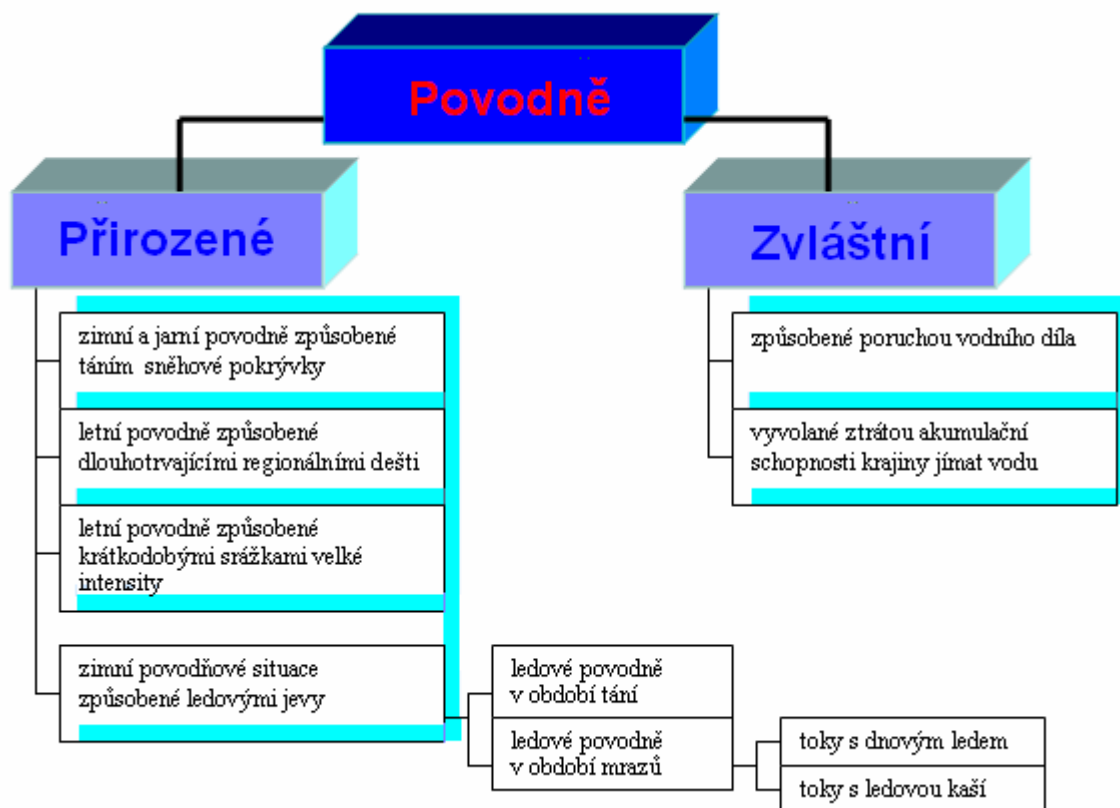
Následující tabulka uvádí rozsah a škody způsobené povodněmi na území ČR.

**Tabulka 1: Výskyt povodní v ČR**

ROK	Rozsah povodně	Území/povodí	Škody (mld. Kč)	Úmrtí obyvatel
1997	velkoplošná	Morava, Odra, horní úsek Labe	62,6	56
1998	Prostorový dopad	Orlice	1,8	10
2000	Prostorový dopad	Jizera, Orlice horní úsek Labe	3,8	2
2002	velkoplošná	Vltava, Berounka, Lužice, Dyje, Labe, Ohře	75,1	19
2006	Prostorový dopad	Dyje, Labe, Vltava, Lužice	5,38	2
2009	Prostorový dopad	MSK, OK,	5,6	13
celkem			154,28	102

### 5.3. Rozdělení povodní

Povodně se dle zákona č. 254/2001 Sb. - vodního zákona dělí na přirozené povodně vzniklé především působením přírodních podmínek v povodí toku v daném místě. A dále na povodně zvláštní, které vzniknou v důsledku technické závady nebo havárie na vodním díle v povodí příslušného toku.



Obrázek 1: Rozdělení povodní

#### **5.4. Právní normy a předpisy řešící protipovodňovou ochranu**

Následky povodní z roku 1997 na Moravě a Slezsku zapříčinily vznik, úpravu a přijetí řady právních norem a předpisů řešící protipovodňovou ochranu. Níže uvedu nejdůležitější právní normy a předpisy zabývající se protipovodňovou ochranou.

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších změn a doplnění (tzv. vodní zákon)
- Zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ve znění pozdějších změn a doplnění (tzv. stavební zákon)
- Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů ve znění pozdějších změn a doplnění
- Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení ve znění pozdějších předpisů ve znění pozdějších změn a doplnění ( tzv. krizový zákon)
- Zákon č. 12/2002 Sb., o statní pomoci a při obnově území postiženého živelní nebo jinou pohromou, ve znění pozdějších změn a doplnění
- Usnesení vlády č.382 z 19.dubna 2000, strategie ochrany před povodněmi ve znění pozdějších změn a doplnění
- Odvětvová technická norma vodního hospodářství TVN 752931

## **6. Princip dlouhodobě udržitelné ochrany před povodněmi**

Povodním jako přírodnímu jevu nelze zabránit, ale můžeme se vyhnout tomu, aby se změnila v katastrofu. V ochraně před povodněmi jde především o omezení škod, zabránění ztrátám na životech obyvatel a zabránění nárůstu potencionálních škod v ohrožených oblastech a vytvoření přiměřeného povědomí o možných nebezpečích. K dosažení co největšího užitku lidé řeky v minulosti napřímili, opevnili a ohrazovali. Chránili se tak před povodněmi a mohli využívat lužní půdu k zemědělským účelům. Tyto změny měly však závažné dopadaly na přirozený systém řeky. Proto se v dnešní době některé z těchto regulací přehodnocují, protože měly negativní dopady na životní prostředí.

### **6.1. Tři hlavní pilíře protipovodňové ochrany**

Dnes existuje několik typů opatření, jimiž lze snižovat škody působené povodněmi. Nejúčinnější je vždy jejich rozumná kombinace. Já se v této práci budu zabývat převážně technickou protipovodňovou ochranou. [6]

#### **6.1.1. Přirozená retence**

Povodně vznikají po silných a vytrvalých deštích, když půda již nedokáže pojmout další vodu. V člověkem nepoznamenané krajině se může řeka vylít do říčních niv. Půda, vegetace a prohlubně v terénu vodu zadrží a postupně vracejí do řeky a tak předcházení vzniku povodně. Úpravy na vodních tocích provedené v minulosti neumožňují rozliti vody do říčních niv a tak přispívají ke vzniku povodně. Proto abychom utlumili povodeň již v místě svého vzniku, musíme existující nezastavěná území zajistit pro rozlivy a znovu aktivovat někdejší přirozená inundační území. K dosažení tohoto cíle musíme upravit, či někde odstranit hráze a řeky znovu napojit na jejich nivy, revitalizovat především drobné vodní toky, které byly v minulosti narovnány, a obnovovat krajinné prvky jako jsou remízky, mokřady a lužní lesy, které dokáží zadržet velké množství vody. [6]

#### **6.1.2. Prevence povodí**

Navzdory všem opatřením k posílení přirozeného retenčního potenciálu a technické protipovodňové ochrany zůstává zbytkové riziko, které lze minimalizovat pouze správnou prevencí. Ta spočívá zejména v omezení potencionálních škod – tj. ve vytýčení záplavových území, jejich zanesení do územních plánů a zajištění toho, aby tato území nebyla zastavěna. Proti zbytkovému riziku je možné lze taky uzavřít pojištění pro případ povodní. Pro omezení



škod a ztrát na životech obyvatel také rozhoduje včasné varování. V české republice jsou informace o aktuálních stavech na řekách k dispozici on-line např. na [19]. V případě zvýšení průtoků rozesílá ČHMÚ výstrahy. [6]

### **6.1.3. Technická protipovodňová ochrana**

Tam kde mají být chráněni lidé a jejich majetek, se nelze vzdát technických protipovodňových opatření. Hráze a stěny poskytují ochranu až do n-leté vody povodně, na kterou byly postaveny. Poldry a povodňové retenční nádrže cíleně zachycují část povodňových průtoků, které jsou do nich přesměrovány. Technická protipovodňová ochrana ovšem nesmí sloužit k tomu, aby umožňovala další rozvoj ohrožených území, klade si za cíl pouze omezit povodňové škody na již existujícím majetku. Nezastavěná území postihována povodněmi naopak mají být ponechána jako retenční prostory pro rozlivy. Technická opatření nikdy neposkytují absolutní ochranu ohroženému majetku, jelikož vždy může přijít větší povodeň než na jakou jsou technická opatření dimenzována. Mnoha škodám na stavbách lze také zabránit použitím vhodné stavební technologie. Mimo jiné sem patří optimální konstrukční řešení stavby s ohledem na riziko zaplavení, volba odolných stavebních materiálů a zabezpečení budovy protipovodňovými dveřmi a okny. [6]

## 7. Povodňový plán

Základním dokumentem pro řešení povodní pro povodňové orgány je povodňový plán. V tomto dokumentu jsou řešena veškerá organizační a technická opatření do kterých spadá i technické protipovodňové prostředky .

Povodňové plány obsahují potřebné údaje pro ochranu před povodněmi určitého objektu, obce, uceleného povodí nebo jiného územního celku. Orgány a právnické nebo fyzické osoby zpracovávají povodňové plány v rozsahu, který odpovídá jejich potřebám nebo v rozsahu uloženém povodňovým orgánem.

### 7.1.1. Základní strukturu povodňových plánů tvoří: [8]

- povodňové plány obcí (v jejichž územních obvodech je možnost výskytu povodní)
- povodňové plány správních obvodů obcí s rozšířenou působností
- povodňové plány správních obvodů krajů
- Povodňový plán České republiky

Kromě toho jsou na vyžádání povodňového orgánu nebo dle vlastní potřeby sestavovány:

- povodňové plány ohrožených nemovitostí. [8]

Vzor pro povodňový plán nemovitosti se nachází v normě TNV 75 2931.

### 7.1.2. Povinnost zpracovávat povodňový plán ohrožených nemovitostí - Dle zákona č. 254/2001 Sb. § 71 odstavec 4 :

Pro stavby ohrožené povodněmi, které se nacházejí v záplavovém území nebo mohou zhoršit průběh povodně, zpracovávají povodňové plány pro svou potřebu a pro součinnost s povodňovým orgánem obce jejich vlastníci. V pochybnostech o rozsahu této povinnosti nebo o tom, které stavby mohou zhoršit průběh povodně, rozhodne k návrhu jejich vlastníků vodoprávní úřad. [1]

### 7.1.3. Povinnost zpracovávat povodňový plán ohrožených nemovitostí - Dle Technické odvětvové normy vodního hospodářství TNV 75 2931

Povodňové plány na základě rozhodnutí vodohospodářského orgánu dále zpracovávají vlastníci, popřípadě uživatelé nemovitostí ohrožených povodněmi, které se nacházejí v záplavovém území nebo zhoršují průběh povodně. Přitom se přihlíží k možnému ohrožení

života nebo zdraví lidí, kteří se v nemovitosti v době povodňového nebezpečí mohou nacházet, dále k účelu a velikosti nemovitosti, rozsahu potenciálních škod a předpokládanému průběhu povodně.

Povodňový plán nemovitosti fyzických osob (jednotlivého objektu např. rodinného domu, garáže apod.) obsahuje informace o nutných opatřeních a činnostech pro ochranu života a zdraví obyvatel a pro ochranu majetku, které provádějí obyvatelé nemovitosti, příp. povodňové orgány a složky integrovaného záchranného systému.

Právníké a podnikající fyzické osoby (dále jen podnikatelé) zpracovávají povodňový plán své nemovitosti podle § 71 odst. 2) zákona č. 254/2001 Sb. – vodního zákona a podle odvětvové technické normy vodního hospodářství - „Povodňové plány“ - TNV 75 2931 (vydané v srpnu 2006). [7]

#### **7.1.4. Povodňový plán**

Povodňový plán zpravidla obsahuje tři části:

- Věcnou část (relativně trvalé údaje o zdrojích povodňového nebezpečí a o opatřeních k ochraně před povodněmi)
- organizační část (spojení na pracovníky a složky povodňové ochrany)
- grafickou část (mapové podklady atd.).

V povodňových plánech je kladen důraz na včasnou a spolehlivou informovanost o vývoji povodně, na možnosti ovlivnění odtokového režimu, na včasnou aktivaci povodňových orgánů, zabezpečení hlídkové služby a ochrany objektů, přípravu a organizaci zabezpečovacích a záchranných prací a zajištění nezbytných povodní narušených funkcí v postiženém území.

Zpracovatelé povodňové plány každoročně přezkoumávají a podle potřeby doplňují a upravují. Věcnou část povodňového plánu předkládají ke schválení předsedovi příslušného povodňového orgánu po projednání shody s povodňovým orgánem vyššího stupně. Operační část průběžně opravují a poskytují povodňovým orgánům a dalším zainteresovaným účastníkům k využívání. [8]

## **8. Technické prostředky protipovodňové ochrany**

Jelikož většina měst, vesnic je vybudována u zdrojů vody jako je např.: řeka, potok, nebo vodní nádrž, jsou technické prostředky protipovodňové ochrany velmi důležité represivní opatření proti povodním. Jsou nepostradatelné pro ochranu životů lidí a jejich majetku. Do protipovodňové ochrany můžeme zařadit celé spektrum technických prostředků zabývajících se právě touto otázkou ochrany.

Tyto prostředky můžeme rozdělit do určitých skupin.

- **Statické technické prostředky protipovodňové ochrany**
- **Technické prostředky protipovodňové ochrany zaměřené na ochranu pláště objektů**
- **Mobilní protipovodňové systémy**

V této práci jsem si dal za úkol zhodnotit technické prostředky protipovodňové ochrany. U prostředků protipovodňové ochrany jsem se rozhodl popsat vždy prostředek dle následujících charakteristik:

- **Technické specifikace protipovodňového prostředku**
- **Ekonomická stránka nákupu a pořízení**
- **Časové hledisko uvedení do provozu protipovodňového prostředku**
- **Celková efektivita**

## **9. Statické technické prostředky protipovodňové ochrany**

Statické technické prostředky protipovodňové ochrany dále jen STPPO mají za úkol zamezit vylití vody z koryta řeky. A tím omezit nebo zcela zamezit vzniku škody na majetku nebo na životech v průběhu povodní.

STPPO můžeme rozdělit na:

- **Protipovodňové hráze**
- **Poldry**

### **9.1. Protipovodňové hráze**

Protipovodňová hráz je uměle vytvořená překážka, která má za úkol odklonit či usměrnit vodu z rozvodněné řeky nebo jiného vodního toku popř. vodní plochy.

Vzhled protipovodňové hráze najdete v Příloha č.14,Příloha č.15.

#### **9.1.1. Technické specifikace protipovodňového prostředku**

Jedním typem protipovodňové hráze je protipovodňový val, tedy zvýšený pás terénu, zpravidla po délce vodního toku nebo kolem chráněného objektu. Většinou základ protipovodňové hráze je tvořen zeminou, případně i štěrkem nebo velkými kameny. V místech, kde lze očekávat silnější proud vody, se provádí zpevnění a to buď položením betonových ploten, násyp velkých kamenů nebo se zde vytvoří betonové nebo zděné hráze. Jedním z příkladů betonové hráze jsou nábrežní, která mají vypadat esteticky a také plnit svůj základní účel protipovodňové ochrany. V ČR je protipovodňových hrází a také stěn velmi mnoho.

#### **9.1.2. Ekonomická stránka nákupu nebo výstavba prostředku**

Finanční stránka protipovodňové hrází se velmi liší, protože každá hráz má své charakteristické rysy. Na každou hráz je třeba zpracovat projekt a tento projekt se liší. Odlišnosti spočívají v umístění hráze, její ochranou délkou a výškou, použitým stavebním materiálem, podloží hráze, reliéfem krajiny a přírodních vlivech. Proto jsem se nezabýval ekonomickou stránkou výstavby. Přesné uvedení ceny by mohlo být velice nepřesné a

zavádějící. Ale z dostupných zdrojů<sup>2</sup> jsem zjistil, že se ceny výstavby pohybují v milionech Kč.

### **9.1.3. Celková efektivita protipovodňové hráze**

Výhoda protipovodňové hráze spočívá v tom, že je vybudována a je schopna téměř okamžitě zadržovat povodňovou vodu. Je schopna odolávat poměrně velkým objemům vody a nehrozí její špatná instalace. Pro použití není potřeba velkého počtu sil a prostředků. Velká nevýhoda protipovodňové hráze spočívá ve finanční náročnosti na stavbu hráze. Proto některá místa ohrožená povodní nemohou být ochráněna těmito hrázemi. A v některých případech by to nebylo ekonomické. Další nevýhoda spočívá v urychlení průtoku vody dále po proudu, tento zásah do původního toku řeky může napáchat škody.

## **9.2. Poldry**

V dnešní době v ČR je za účelem ochrany před povodněmi v provozu cca. 50 suchých nádrží. V návaznosti na extrémní povodňové situace v minulých letech probíhá příprava výstavby, respektive ve stadiu zpracování projektu nových suchých nádrží. Dosud však neexistuje žádný speciální předpis, který by doporučoval či upravoval postupy pro navrhování, projektování, výstavbu a provoz suchých nádrží. V ČR se pod pojmem poldr rozumí malá nádrž.

### **9.2.1. Technické specifikace**

Poldr je vodní dílo sloužící k protipovodňové ochraně. Základním funkčním prvkem protipovodňového poldru je hráz, která vzdouvá vodu. Tato hráz může být z různých materiálů. Strukturou se velmi podobá protipovodňové hrázi. Na výstavbu a provoz poldru se vztahuje norma ČSN 75 24 10 – malé vodní nádrže. Poldr je většinou suchá nádrž nebo polosuchá nádrž a k akumulaci vody dochází během povodní, čímž se transformuje povodňová vlna. Vlna transformovaná poldrem působí malé nebo žádné škody. V poldru také sedimentují erodované částice a vodní nádrže níže na toku se tak chrání před zanášením. Plocha poldru bývá často zemědělsky využívána, zpravidla jako trvalý travní porost nebo

---

<sup>2</sup> *Pozemkové upravy v Nizozemí* [online]. 2009 [cit. 2010-04-13]. Geos.cz. Dostupné z WWW: <<http://www.geos.cz/zahranici/nizozemi.htm>>.

může být také ponechána jako mokřad. Stavba poldrů v ČR je jednou z možností jak řešit protipovodňovou ochranu.

### **9.2.2. Ekonomická stránka nákupu nebo výstavba prostředku**

Finanční stránka na výstavbu poldru je vždy individuální, jelikož každý poldr je jinak velký, nachází se na jiném podloží a je umístěn v jiném území s jinými přírodními vlivy. Také je nutno uvažovat výkup pozemků na stavbu hrází apd. Proto jsem se v této práci nestanovoval cenu výstavby, jelikož můj neodborný odhad by mohl být zavádějící. Ale z dostupných zdrojů<sup>3</sup> se ceny výstavby pohybuje v milionech Kč.

### **9.2.3. Možnosti stavby poldru.**

Poldry se budují v rámci preventivních opatření proti povodni. Po vybudování poldru má schopnost zcela okamžitě plnit protipovodňovou ochranu. Existují dvě možnosti jak postavit poldr.

První možnost jak vybudovat poldr je přehradit vodní tok umělou hrází a nechat přitom původní tok téct ve svém obvyklém korytě. Za běžného vodního stavu není průtok vody regulován, ale v případě blížící se povodně se průtok reguluje a dojde k napuštění poldru.

Druhá možnost stavby poldru je tzv. suchá nádrž, která se postaví vedle vodního toku. Dno tohoto poldru je o něco výše nad běžnou hladinou vodního toku. Za normálního průtoku řeky voda neplní poldr, ale pokud se zvýší hladina vody a hrozí povodeň, tak se část vody odteče do suchého poldru.

---

<sup>3</sup> Bc. OLIVA, Martin. *Studie návrhu suchého poldru v Ostravě Hrabové*. VŠB TU Ostrava, 2009. 42 s. Diplomová práce. VŠB TU Ostrava.



Obrázek 2: Poldr Soutok<sup>4</sup>

#### **9.2.4. Celková efektivita poldrů**

Hlavní výhoda poldrů je samozřejmě jejich snížení kulminační vlny povodně a tím také ovlivní možnost vzniku škod na životech obyvatel, majetku při povodni. Další jejich výhodou je, že jsou skoro ihned schopné plnit svoji protipovodňovou funkci. Také nepotřebují žádné další síly a prostředky k jejich fungování a také nehrozí špatná nebo nevhodná instalace. Hlavní nevýhoda poldrů se skrývá v jejich zadržování vody. Pokud dojde k narušení jejich hrází může nastat zvláštní povodeň a napáchat daleko větší škody než při běžné povodni. Další nevýhodou je jejich finanční náročnost na výstavbu.

### **9.3. Shrnutí statických technických prostředků protipovodňové ochrany**

Tyto prostředky by se měly využívat přednostně a to tam kde hrozí povodeň a tam kde hrozí velké ztráty na životech obyvatel a velké škody na majetku a životním prostředí. Využívají se zejména tam kde je nutno zabezpečit protipovodňovou ochranu jako jsou např. nábřeží měst, nebo tak, kde by v malém časovém úseku (např. každoroční jarní povodně, „bleskové povodně“) by nestihly být nasazeny mobilní prostředky protipovodňové ochrany. Tyto technické prostředky lze použít zvlášť nebo se mohou použít jako systém a vzájemně se doplňovat. I přes jejich finanční náročnost na výstavbu by měli být tyto prostředky preferovány a využívány co možná nejvíce.

---

<sup>4</sup> Fotogalerie [online]. 2008 [cit. 2010-04-13]. PŘEDPOVĚDNÍ POVODŇOVÝ SYSTÉM MORAVA - DYJE. Dostupné z WWW: <[http://files.cz-at.webnode.cz/200000090-9d9bf9e964/IMG\\_119\\_500.JPG](http://files.cz-at.webnode.cz/200000090-9d9bf9e964/IMG_119_500.JPG)>.



## **10. Technické protipovodňové prostředky – ochrana pláště budov**

V poslední době se v ČR objevují prostředky protipovodňové ochrany zaměřující se na pláště budov. Výrobci těchto prostředků nabádají vlastníky budov, aby své domovy chránili před povodní nainstalováním vodotěsných zábran do oken a dveří, které zabrání vniknutí vody do objektu.

### **10.1. Technické specifikace**

Zabezpečení objektu těmito prostředky je velmi specifické, protože na každý objekt se musí zvlášť vypracovat projekt na zabezpečení objektu z hlediska protipovodňové ochrany. Zabránění vody do objektu je velmi zrádné, protože tyto prostředky mohou objekt ochránit před vniknutím vody jen do malé výšky cca 1 m. Ochranná výška závisí na stavební konstrukci daného objektu nebo na provedeních opatření např. zatopení sklepů čistou vodou (nenapáchá skoro žádné škody a může se zvýšit ochranná výška těchto prostředků). Při předimenzování ochranné výšky hrozí, že tlak povodňové vody naruší stavební konstrukce a může narušit i statiku objektu. Těchto prostředků je celá řada liší se instalací na plášť budovy a také použitým materiálem. Mohou se montovat ručně nebo být trvalou součástí budovy a při povodni se pouze aktivují.

#### **Nejpoužívanější prostředky:**

- Hliníkové profily zasouvající se do sebe.



**Obrázek 3: Ochrana pláště hliníkovými profily [21]**

- Ocelové svařované pláty nebo plastové odlévané pláty s gumovým těsněním nasazujícím se na plášť budovy do předem vytvořených usazení.



Obrázek 4: Ochrana pláště ocelové, plastové pláty [24]

- Folie upevněná na plášť budovy.



Obrázek 5: Ochrana pláště speciální folií [23]

## 10.2. Ekonomická stránka nákupu nebo výstavba prostředku

Každý objekt je nutno zabezpečit jinými technickými prostředky a také se liší z konstrukčního hlediska. Cena se také bude odvíjet od použitého systému a výrobce. Bohužel mnou oslovený výrobce firma PBS s.r.o. neposkytl údaje o ceně.

## 10.3. Časové hledisko uvedení do provozu prostředku

Časové hledisko na zphotovení se velmi liší, velikostí objektu, počtem a rozměry otvorů v plášti objektu a v neposlední řadě také druhem technického prostředku. Proto jsem odhadnul, že nejrychlejší zphotovení může nastat do 20 min.

#### **10.4. Celková efektivita technických prostředků ochrany pláště budov**

Výhody těchto prostředků spočívají v jednoduché manipulaci a instalaci prostředku a také ochraně majetku uzavřeného uvnitř budov. Tyto prostředky mohou zachránit nemalé přímé a nepřímé finanční škody. Velkou nevýhodou tohoto řešení je možnost špatné instalace nebo předimenzování ochranné výšky těchto prostředků. Při předimenzování může tlak povodňové vody nasušit konstrukce budovy nebo přímo statiku budovy. Což by způsobilo daleko větší škody na majetku než samotná povodeň. Tyto prostředky potřebují doplňkové technické prostředky např.: zpětné klapky, gumové těsnící vaky na utěsnění kanalizace, propustí apd.

#### **10.5. Shrnutí technických prostředků ochrany pláště budov**

Tyto prostředky by měly sloužit jako doplňkový protipovodňový systém. Jeho použití nezaručí úplnou ochranu před povodněmi. Spíš má minimalizovat riziko vzniku škody na majetku. Jejich použití je velmi zrádné a je vždy nutno instalovat další prvky ochrany např.: ucpávky na kanály, kanalizační zpětné klapky apd. Jejich špatná instalace dokonce může napáchat větší škody než samotná povodeň. Proto je nutné vždy si nechat zpracovat projekt specializovanou firmou a následně zakoupit doporučený druh systému. Tyto prostředky nejsou nijak extra nákladné a může si je člověk pořídit z vlastních finančních zdrojů a tak přispět k ochraně svého majetku. Tyto prostředky mohou zachránit majetek na území, kde by nebylo ekonomické stavět nějaké statické protipovodňové prostředky.

## **11. Mobilní protipovodňové systémy (MPS)**

Mobilními protipovodňovými systémy (dále jen MPS) se v posledních letech zabývá mnoho firem. Jelikož tyto systémy jsou relativně levné, účinné a jejich instalace může být provedena téměř kdekoliv.

### **11.1. Kategorizace MPS**

Mobilní protipovodňové systémy můžeme rozdělit do dvou skupin.

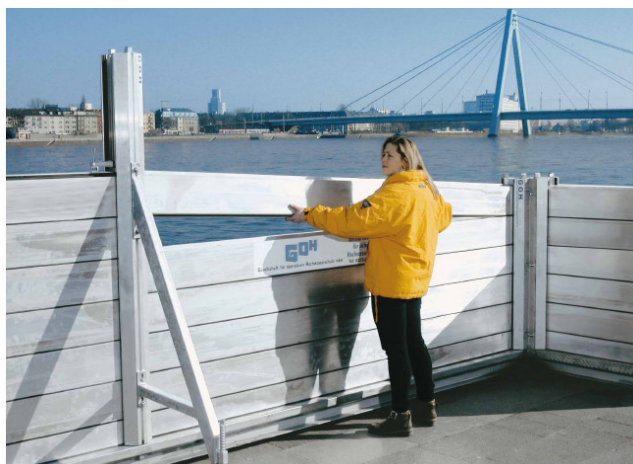
- **Mobilní systémy (klasické pytle, s pevnou konstrukcí např. paletové bariéry)**
- **Stacionárně mobilní systémy ( mají na určeném místě vybudovány kotvící prvky)**

Mobilní systémy se můžou umístit kdekoliv a nepotřebují kromě minimální úpravy terénu ( např. odklizení ostrých předmětů, aby nedošlo k poškození prostředku) žádnou pevnou předem vybudovanou konstrukci. Stacionárně mobilní systémy musí mít předem vybrané místo, kde budou v případě povodně postaveny a zde se musí vybudovat kotvící a nosné konstrukce. V mé bakalářské práci jsem se zaměřil na mobilní systémy.

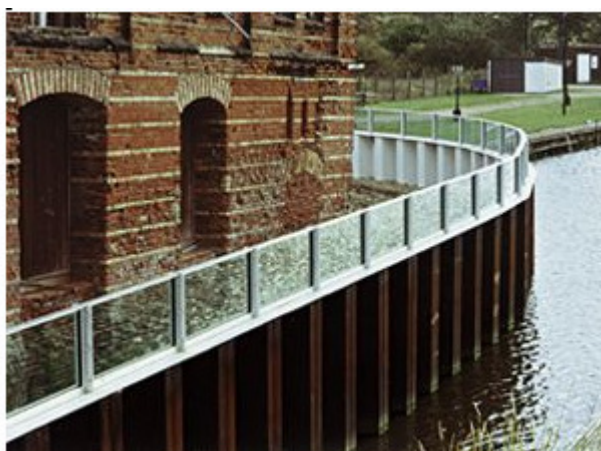
### **11.2. Stacionární mobilní systémy**

Tyto systémy jsou velmi rozšířené a vyrábí je mnoho firem. Využití těchto systémů je velmi jednoduché, ale vyžaduje předem vybudované kotvící prvky. Jejich stavba je poměrně jednoduchá a časově nenáročná. Jejich ochranná výška je většinou kolem 2 m. Jeden systém využívá i hlavní město Praha a to systém DPS 2000. Tento systém jen minimálně zasahuje do vzhledu zástavby a tak jej lze použít i do památkových oblastí. Bohužel výrobci nedodali informace o ceně jednotlivých systémů. V mé bakalářské práci se budu zabývat jen mobilními systémy a stacionární systémy bych chtěl rozebrat v diplomové práci.

Příklady stacionárních systému:



**Obrázek 6: Stacionární systém DPS 2000 [20]**



**Obrázek 7: Stacionární systém skleněné zábrany [21]**



**Obrázek 8: Stacionární systém SAT consult s.r.o. [22]**

### **11.3. Základní členění MPS**

Z dostupných materiálů jsem sestavil základní členění MPS do skupin. Tyto skupiny tvoří:

- **Klasické pytle s pískem**
- **Tandemové pytle**
- **Pryžotextilní stěny**
- **Paletové bariéry**
- **Hrazení plněná vodou nebo inertním materiálem**
- **Gabionové systémy (drátokoše)**
- **Hrazení se sklopnou konstrukcí**
- **Velkoobjemové vaky**
- **Bariéry s ohýbaných profilů**

### **11.4. Základní kritéria pro výběr MPS**

Výběr MPS by se měl řídit podle určených základních kritérií. Dle níže uvedených základních kritérií se ve vyspělých zemích jako je např.: USA nebo Velká Británie vybírají a nakupují MPS. Základní kritéria jsem získal z přezkoumání jednotlivých výběrových řízení.

**MPS by měli splňovat základní kritéria:**

- **Zabraňování pronikání povodňové vody**
- **Měli by být opakovatelně využitelné a připraveny k okamžitému použití v jakékoliv oblasti**
- **Mělo by být možné MPS sestavit i v tekoucí vodě nepřesahující 0,4 metru**
- **Instalace by měla být co nejjednodušší a mělo by je jít instalovat na libovolném povrchu bez nutnosti větších terénních úprav**
- **Instalace MPS by také neměla vyžadovat těžké stroje nebo speciální vybavení**
- **MPS plněné vodu by měly být kompatibilní se standardním vybavením jednotek požární ochrany**
- **MPS by se měl skladovat na co nejmenším objemu a mělo by se zamezit vlivům negativně působícím na materiál prostředků např.: Ultrafialové záření, teplotní změny**
- **MPS by měl být jednoduše přepravitelné**
- **Materiál MPS by měl být odolný vůči chemikáliím, olejům a kalům. Měl by se lehce čistit a desinfikovat**

Dle těchto základních kritérií jsem vybral několik MPS, které v této práci uvedu a zhodnotím.

### **11.5. Základní kritéria pro zhodnocení MPS**

Pro porovnávání jsem si zvolil minimální ochranou výšku 0,8 m a délku 100 m. Potřebné materiály, síly a prostředky jako např: zdroje vody, písek, CAS, PS jsou připraveny na místě instalace MPS. Veškeré MPS jsou na místě a připraveny k použití, tudíž se nezapočítává čas a na dopravu a také čas následné likvidace protipovodňového opatření. Při stanovení časů plnění a tvoření hráze vycházím z toho, že počet osob provádějící instalaci a obsluhu techniky je optimální. Pro stanovení časové náročnosti plnění je plně závislé na technice, která systém plní vodou. Na časové ztráty s manipulací vedení a technikou jsem si stanovil odhadem 10%.

Kritéria podle kterých budu dané skupiny posuzovat:

- **Technické specifikace, montáž,**
- **Ekonomická stránka nákupu a provozu**
- **Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko**
- **Efektivita systému**

Tyto hodnoty jsem vložil do tabulek a tyto tabulky jsem vyhodnotil v závěrečné části. U ekonomické stránky nákupu a provozu nebudu započítávat skladování, dopravou, odvoz a likvidaci. Také u každé skupiny MPS objasním údaje týkající se manipulace, stavebních principů, montáže. Tyto údaje následně pomohou vyhodnotit MPS.



## 11.6. Klasické pytle s pískem

Klasické pytle jsou nejrozšířenějším druhem mobilní protipovodňové ochrany.



Obrázek 9: Klasické pytle [10]

### 11.6.1. Technické specifikace, montáž – klasických pytlů

Klasické pytle se plní sypkým materiálem nejčastěji pískem. Materiál pytlů musí být buď z juty nebo z hustě tkaných umělých vláken. Nepropustnost hráze výrazně zlepšit použitím folie.

Tabulka 2: Klasické pytle tech. specifikace

Název	Klasický pytel
Nejpoužívanější rozměry (cm)	Nejčastěji 50 x 80
Hmotnost optimálně naplněného pytle (kg)	25-30
Nejpoužívanější materiál	polypropylen

#### Montáž

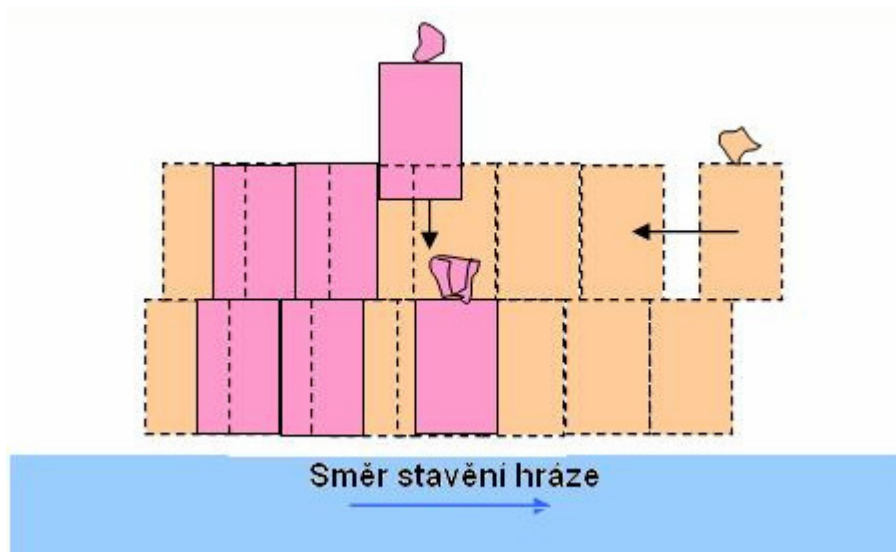
- seznámit osoby určené pro stavbu hrází s pracovním postupem (srovnání plochy, plnění pytlů, uvazování pytlů, kladení pytlů)
- organizace práce:

Lidé se musí rozdělit do pracovních družstev. Jedno pracovní družstvo na 1 násypku má složení: nakládači písku, plniči, vazače – nosiče a při stavbě stěny je nutno zajistit také min. 2 osoby zajišťující správné kladení pytlů



### Způsob stavění hráze - víceřadé jednosměrné kladení

- Použití: v místech s větším množstvím rychleji proudící vody, výška vody nad 1 m
- Převazování pytlů na tzv. „cihlovou vazbu“
- Maximální ochranná výška hráze 1,5 m,
- Konce pytlů musí být úvazkem vždy přesazeny přes paty pytlů vnitřní řady (zatěžování úvazků horními pytli)



Obrázek 10: Víceřadé jednosměrné stavění hráze [9]

#### 11.6.2. Ekonomická stránka nákupu klasických pytlů

Následující tabulka byla vytvořena dle Příloha č.2, Příloha č.1. Dle ceníku firmy [10] je cena 8 Kč za kus. Cena 1 tuny písku je cca. 270 Kč.

Tabulka 3: Cena hráze z pytlů v dvouřadé v dvouřadé vazbě

Délka hráze	Počet pytlů	Hmotnost písku (t)	Cena pytlů za kus	Cena písku cca. (Kč/t)	Celková cena + 10%
100	3100	78	8	270	50446 Kč

#### 11.6.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko

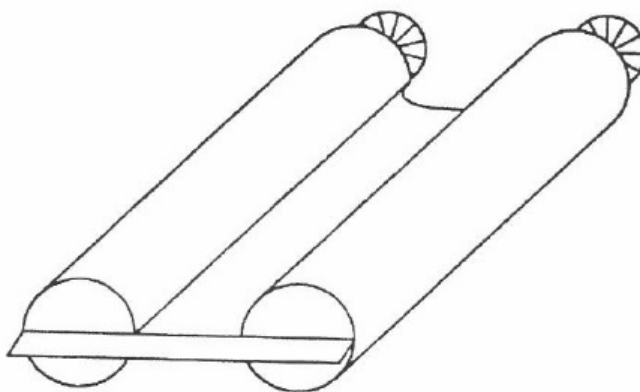
Dle odzkoušených norem HZS MSK [2] je potřeba na dvouřadou vazbu hráze o délce 100 m minimálně 75 lidí a stavba bude trvat 4,5 hodiny.

#### **11.6.4. Efektivita systému - klasických pytlů**

Klasické pytle se používají v zemědělství a takže jsou velmi dobře dostupné a celkově levné. Lze je postavit kdekoliv a jejich použití má velmi široké využití jak už pro postavení protipovodňové hráze tak se dají použít pro utěsnění oken, dveří nebo jiných prostupů. A také se pořád používají k dotěšňování u jiných MPS. Jejich plnění lze provádět buď násypkami nebo ručně. Nevýhody tohoto systému jsou hlavně ve velké potřebě sil a prostředků na vybudování a také v malé pevnosti hráze. Pracující personál musí být proškolen. Následná likvidace hráze potřebuje nemalé nasazení sil a prostředků. Cena likvidace se může vyšplhat až na ½ ceny vytvoření hráze.

#### **11.7. Tandemové pytle**

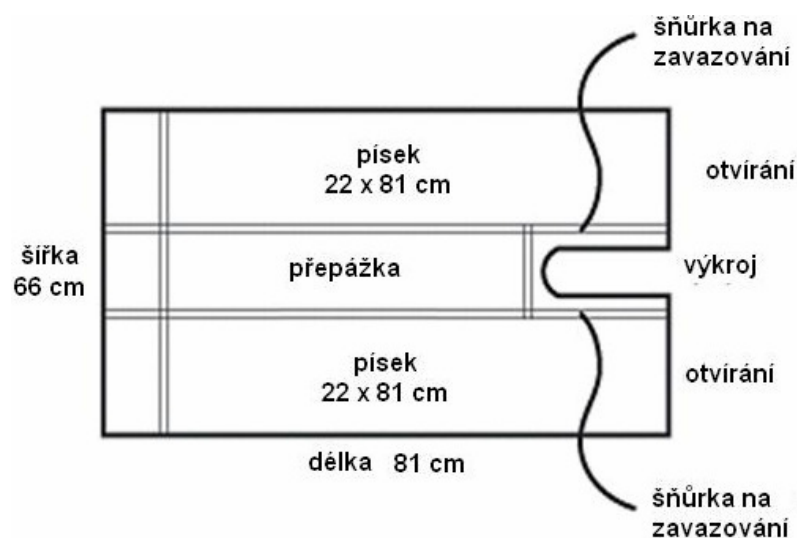
Tandemový pytel neboli dvoukomorový pytel je vylepšením klasických pytlů.



**Obrázek 11: Naplněný tandemový pytel [11]**

##### **11.7.1. Technické specifikace, montáž – tandemových pytlů**

Tandemový pytel je tvořen dvěma komorami a tyto komory jsou spojeny přepážkou. Toto spojení zajišťuje při stavbě hráze větší stabilitu. S tandemovým pytlem se lépe manipuluje a lépe se staví hráz. Pytle se plní pomocí plniček viz. Příloha č.6 . Jako nejlepší plnivo se osvědčil písek. Váha naplněného pytle je cca 25 kg. Materiál pro tandemové pytle je stejný jako pro klasické povodňové pytle.



Obrázek 12: Tandemový pytel rozměry [9]

### Montáž

Tandemové pytle se skládají podélně k toku a skládají se šíří dvou pytlů nebo ze čtyř. Viz Příloha č.7.

#### 11.7.2. Ekonomická stránka nákupu tandemových pytlů

Dle podkladů od HZS MSK [1]. Cena jednoho pytle dle ceníku firmy [11] je 19.20 Kč.

Tabulka 4: Tandemové pytle ekonomická stránka

Délka hráze	Počet pytlů	Hmotnost písku (t)	Cena pytlů za kus	Cena písku cca. (Kč/t)	Celková cena + 10%
100	3000	75	19,2	270	85 635 Kč

#### 11.7.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko

Dle podkladů od HZS MSK [1] je třeba na stavbu hráze 20 osob.

Tabulka 5: Tandemové pytle - časový odhad stavby hráze

Šíře hráze	Výška hráze (m)	Délka hráze (m)	Potřeba pytlů (ks)	Objem písku (t)	Čas stavby (min) - 20 osob
2 pytle	1,08	100	3000	75	120

#### **11.7.4. Efektivita systému - tandemových pytlů**

Tandemové pytle mají podobné vlastnosti jako již uvedené klasické pytle. Jen mají výhodu v lepší stabilitě hráze a v jednoduchosti stavby oproti klasickým pytlům. Nejsou tolik náročné na pracovní síly.

### **11.8. Hrazení plněné vodou nebo jiným inertním materiálem**

Tento systém vyrábí firma Svitap a Alba metal. Systém je složen z ocelové konstrukce a pláště. Tento systém se vyrábí ve dvou variantách. Varianta A má konstrukci lichoběžníkového tvaru a je určena především k usměrňování vody při povodních. Varianta B má obdélníkový tvar a je určena k ochraně objektů a slouží hlavně k ochraně oken a dveří. Dále se budu zabývat jen variantou A.



**Obrázek 13: Hrazení plněná vodou nebo inertním materiálem varianta A [9]**

#### **11.8.1. Technické specifikace, montáž**

Ocelová konstrukce má na povrchu nános žárového zinku, což je velmi dobrá ochrana proti korozi. Plášť je vyroben z vysokopevnostního polyesteru a na obou stranách je nános polyvinilchloridu.

**Tabulka 6: Hrazení plněné vodou nebo inertním materiálem tech. specifikace**

Typ	Šířka spodní (mm)	Šířka horní (mm)	Výška (mm)	Délka (m)	Počet komor	Objem (m <sup>3</sup> )
S	900	500	600	3	1	1,26
S	900	500	600	12	4	5,04
S	900	500	600	24	8	10,08
M	2100	1300	1100	3	1	5,61
M	2100	1300	1100	12	4	22,44
M	2100	1300	1100	24	8	44,88
L	2800	1500	2100	3	1	13,55
L	2800	1500	2100	12	4	54,18
L	2800	1500	2100	24	8	108,36

Vybral jsem si model M s délkou 12 m je vyznačen v tabulce.

### Montáž

Provede se vizuální prohlídka terénu a odstraní se ostré věci. Jednotlivé konstrukce sestaví a upevní se plášť. A také se upevní navzájem konstrukce k sobě, aby vytvořily pevnou hráz. Následně se systém začne plnit buď vodou nebo pískem. Po použití se voda vypustí výpustným ventilem umístěným v dolní části.

### 11.8.2. Ekonomická stránka nákupu a provozu

Jednoduchým výpočtem  $100/12 = 9$  jsme zjistili, že potřebuje 9 kusů hrazení M o délce 12 m. Jeden takový kus stojí 58 250 Kč. Cena jednoho kusu dle ceníku firmy [12]. Hrazení o délce 100 m bude stát  $9 \times 58250 = 524\,250$  Kč.

**Tabulka 7: Ekonomická stránka nákupu hrazení plněná vodou nebo jiným inertním materiálem**

Délka jednoho ks hrazení (m)	Počet kusů na 100 m	Cena za 1 ks / Kč	Cena za 100 m Kč
12	9	58 250	542 250

### 11.8.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko

Dle podkladů od HZS MSK [1] je třeba na stavbu hráze o 100 m 9 kusů modelu M s délkou 12 m.

**Tabulka 8: Časový odhad stavby hrazení plněné vodou nebo jiným inertním materiálem**

Délka hrazení (m)	Typ náplně	Technika	Výkon techniky	Počet osob Montáž / obsluha techniky	Čas instalace (hod.)
100	Voda	CAS 32 CAS 24	1500 l/min	6 / 4	4 hod. 30 min
100	Písek	2 x nakladač		8 / 2	5 hod.

#### **11.8.4. Efektivita systému**

Tento systém nevyužívá příliš mnoho sil a prostředků. Systém lze plnit vodou jak z cisteren tak i z řek i včetně povodňové vody tak se dá plnit i jiným materiálem např: pískem, zeminou, štěrkem. Další výhodou je jeho odolný materiál. Tento systém lze také jednoduše skladovat a ošetřovat. Nevýhodou je, že nelze s postavenou hrází manipulovat a upravovat její pozici. Dále osoby budující hrazení musí být proškoleni.

### **11.9. Pryžotextilní stěny Rubena**

Tento systém se skládá z velkých pryžotextilních vaků plněných vodou. Jeden tento vak může nahradit až 250 pytlů s pískem.



**Obrázek 14: Pryžotextilní vak Rubena [13]**

#### **11.9.1. Technické specifikace, montáž – „vaků Rubena“**

Pryžotextilní stěny Rubena jsou vyrobené z pryžotextilního materiálu, mají textilní vložku z vysokopevnostního polyesterové tkaniny. Pryž je velmi odolná proti chemickým látkám, oděru a UV záření. Tento typ stěn se vyrábí ve dvou typech provedení A a B. Na vacích jsou

umístěny spojky kompatibilní s požárními hadicemi, které používá i HZS ČR. Plnění se má provádět na 80 % objemu, takto plněné vaky dosahují větší stability.

**Tabulka 9: Pryžotextilní stěna Rubena tech. parametry**

Parametry	Typ A	Typ B
Délka (m)	5	5
Šířka (m)	2,2	1,7
Ochranná výška systému (m)	0,8	0,8
Objem (l)	6800	6570
Hmotnost stěny ve složeném stavu (kg)	70	75

**Montáž** Provede se vizuální prohlídka terénu a odstraní se ostré věci. Jednotlivé vaky se rozvinou na místě instalace a spojí je pomocí lana přes předem určená kovová oka. Následně se vaky napustí vodou.

#### **11.9.2. Ekonomická stránka nákupu – „vaků Rubena“**

Dle Příloha č.8 je potřeba na stavbu 100 m hráze 20 ks vaků. Jeden vak dle firmy [13] stojí 24 340 Kč jednoduchým násobením spočítáme, že 100 m hráz bude stát 486 800 Kč.

**Tabulka 10: Ekonomická stránka nákupu vaků Rubena**

Typ	Délka 1 ks hrazení (m)	Cena 1 ks Kč	Kusů na 100 m	Cena za 100 m Kč
Rubena A 5	5	24 340	20	486 800

#### **11.9.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko**

Dle odzkoušených norem Příloha č.9. Vybral jsem Variantu B/E kde je potřeba na stavbu hráze o délce 100 m z vaků rubena 10 lidí k obsluze a stavba bude trvat 1 hodinu a 8 minut.

#### **11.9.4. Efektivita systému – „vaků Rubena“**

Tento systém je velmi jednoduché instalovat. Nevyužívá příliš mnoho sil a prostředků. Systém lze plnit vodou jak z cisteren tak i z řek i včetně povodňové vody. Další výhodou je jeho odolný materiál. Tento systém lze také jednoduše skladovat a ošetřovat. Velká výhoda je v kompatibilních spojkách vaků. S hrazením nelze po instalaci a napuštění dále pohybovat a upravovat jeho polohu.

## 11.10. Tiger dam

Tiger dam systém v překladu tygří hráz je vyvinutý v USA, ale prostřednictvím firmy Reoamos s.r.o. lze pořídit i v ČR.



Obrázek 15: Tiger dam systém [14]

### 11.10.1. Technické specifikace, montáž – Tiger dam

Systém Tiger dam se skládá ze série do sebe zapadajících tubusů, které při napouštění vodou vytvoří hráz. Jelikož jde o velmi mobilní a přizpůsobivý systém lze jej sestavit do různých tvarů a délek. Materiál tubusu se mi přímo nepodařilo zjistit, ale jelikož se dá využít jako jímka na chemikálie musí být velmi odolný. Životnost tubusu při normálním skladování při maximální UV zátěži je 17 let. Životnost lze zvýšit zamezením styku UV záření s prostředkem. Systém také lze jednoduše opravovat pomocí lepící pásky nebo pomocí lepidla záplaty.

Tabulka 11: Tiger dam tech. specifikace

Název	Tiger dam / tygří hráz
Ochranná výška systému (m)	Od 0,45 do 9
Délka tubusu (m)	15
Hmotnost - prázdného tubusu (kg)	27
Hmotnost - naplněného tubusu (tuny)	3
Minimální počet osob pro manipulaci	2

**Montáž** tohoto systému je velmi jednoduchá. Před použitím je nutno provést prohlídku místa kde má být systém instalován a odstranit ostré předměty, které by mohly systém poškodit.



Před montáží je třeba zkontrolovat systém, jestli není poškozen a také se vyvarovat používání na písčitých podložích, kde může být tento systém podemlet. Systém se skládá se z tubusů, které se skládají na sebe do pyramidy a jsou ještě spojeny spojovacími popruhy viz. Obrázek 15: Tiger dam systém [14].

### 11.10.2. Ekonomická stránka nákupu – Tiger dam

Dle firmy [14] jeden kus stojí 45000 Kč na sto metrů hrazení budu také potřebovat 15 popruhů pro spojení jeden stojí 1392 Kč. Jednoduchým násobením  $21 \times 45\,000 + 1392 \times 15 = 965\,880$  Kč.

Tabulka 12: Ekonomická stránka nákupu Tiger dam

Typ	Délka 1 ks hrazení (m)	Cena 1 ks Kč	Kusů na 100 m	Cena za 100 m Kč
Tiger dam	15	45 000	21	965 880

### 11.10.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko

Při stanovení časů plnění a tvoření hráze vycházím z toho, že počet osob provádějící instalaci a obsluhu techniky je optimální. Pro stanovení časové náročnosti plnění je plně závislé na technice, která systém plní vodou. Na ztráty s manipulací jsem si stanovil odhadem 10%.

$$P.\check{c} = \frac{lh}{lmps} * k = \frac{100}{15} * 3 = 6,7 * 3 = 20,1 \approx 21$$

P.č = celkový počet kusů na stavbu hráze

lh = délka hráze (m)

lmps = délka jednoho kusu MPS (m)

k = součinitel ochranné výšky ( počet kusů potřebných k dosažení výšky 0,8 m)

Z dostupných podkladů je časová náročnost pro roztažení a nachystání a naplnění dvou tubusů je cca 5 min při 4 osobách. Pro instalaci systému budeme počítat s 8 lidmi. Instalovat systém bude 4 lidí a 4 budou obsluhovat CAS a manipulovat s hadicemi.

$$\check{c}as = P * \check{c} * g = 21 * 2,5 * 1,1 = 57,7 \approx 58 \text{ _ min}$$

P = počet kusů systému

čas = celkový čas v min. pro vytvoření hráze

č = čas instalace jednoho tubusu v min.

g = připočítání 10% časových ztrát při manipulaci s technikou.

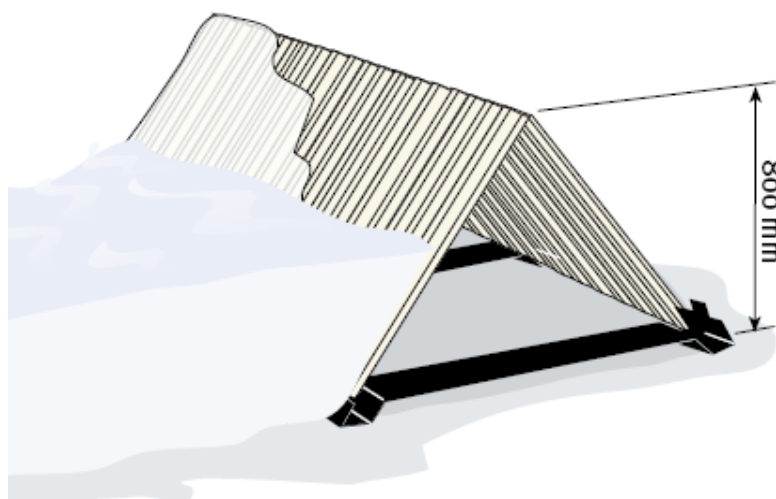
Pro vytvoření 100 m hráze je potřeba cca. 58 min.

#### **11.10.4. Efektivita systému – Tiger dam**

Skládání tohoto systému je velmi nenáročné na místo, protože jej lze sbalit do malého válce. Lze jej také velmi rychle přemísťovat na místo, kde má být instalován. Značná nevýhoda je, že po naplnění, nemůžeme se systémem jakkoliv pohybovat a také pro plnění musíme využít techniku např. CAS, PS nebo plovoucí čerpadlo. Výrobce tvrdí, že tento systém byl navrhnut původně pro zadržování ker na řekách a tak by měl odolat i nárazům těles neseným povodňovou vodou. Tento systém je vyvinut v USA a nebyl v ČR nikdy testován. Výhoda tohoto systému je, že nepotřebuje dovážet plnicí suroviny, protože může být plněn přímo povodňovou vodou. A také nemusí být používán jen jako povodňová hráz, ale také může být použita jako jímka na chemické látky při haváriích. Pro dotěsnění hráze se neobejdeme bez použití klasických pytlů s pískem.

#### **11.11. Damlite GS 80**

Tento systém byl vyvinut Švédskou firmou Damlite GS. A také byl ve Švédsku vybrán pro švédský záchranný úřad. Tento systém nebyl v Evropě ani v ČR testován.



Obrázek 16: Damlite GS 80 [15]

##### **11.11.1. Technické specifikace, montáž – Damlite GS 80**

Systém GS 80 je vytvořen z profilovaných desek. Kompletní bariéra GS 80 obsahuje 67 profilovaných desek.

**Tabulka 13: GS 80 tech. specifikace**

Název	GS 80
Ochranná výška systému (m)	Od 0,8 do 1,2
Rozměry jedné desky (mm)	2000 x 890
Rozměry folie (mm)	2730 x 50000
Minimální počet osob pro manipulaci	2

**Montáž**

Hlavní částí systému jsou profilové plechy, které se do sebe zapřou a vytvoří tvar písmene A. Správný úhel plechů se překontroluje tvarovou šablonou. Jednotlivé plechy se jednoduše překrývají přes sebe a zasouvají se do zajišťovacích plechů, mohou být ještě fixovány k sobě aretačními šrouby. Pro úplné utěsnění systému se ještě plechy překryjí armovanou folií. Tento postup je pro systém GS 80.

**11.11.2. Ekonomická stránka nákupu – Damlite GS 80**

Dle informací od výrobce [15] stojí 1 m hrazení 145 Euro. Pro výpočet jsem stanovil kurz 25,52 Kč za 1 Euro. Jednoduchým výpočtem  $c = lh * c_{MPS} = 100 * 145 * 25,52 = 370000$  Kč.

$c$  = celková cena hrazení,  $lh$  = délka hrazení,  $c_{MPS}$  = cena za 1 m hrazení

**Tabulka 14: Ekonomická stránka nákupu Damlite GS 80**

Typ	Cena za 1 m EURO	Kurz 1 EURO / Kč	Cena za 1 m / Kč	Cena za 100 m Kč
Damlite GS 80	145	25,52	3700	370 000

**11.11.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko**

Výrobce uvádí, že 50 m kompletního hrazení lze sestavit ve čtyřech pracovnících za časový úsek cca 14 min. Jednoduchým násobením času x 2 dostaneme výsledek pro stavbu 100 m hráze. Z toho vyplývá, že hrazení o délce 100 m při stejném počtu lidí je možno vybudovat za 28 min.

**11.11.4. Efektivita systému – Damlite GS 80**

Tento systém vyniká svými výbornými vlastnostmi, hlavní výhodou je jeho nízká hmotnost a velmi snadná montáž a také má nízké nároky na skladování. Pro jeho nízkou hmotnost je jeho

převoz velmi snadný názorně viz. Příloha č.13. Systém má velmi jednoduchou stavbu a proto není třeba speciálně školit pracovníky co jej budou sestavovat. Bohatě postačí jednoduchá instruktáž před započítím instalace. Další velká výhoda tohoto systému je jeho snadná manipulace ve sestaveném stavu. Materiál profilovaných desek je z recyklovatelných kovů, což se pozitivně odráží na ceně systému. Dle atestů od výrobce je možné stavět zábrany i přímo v toku a to do rychlosti toku 0,5 m/s a výškou hladiny až 40 cm. Lze ochranou výšku prodloužit na 1,2 m viz. Příloha č.12

## **11.12. Tube Wall airfilled**

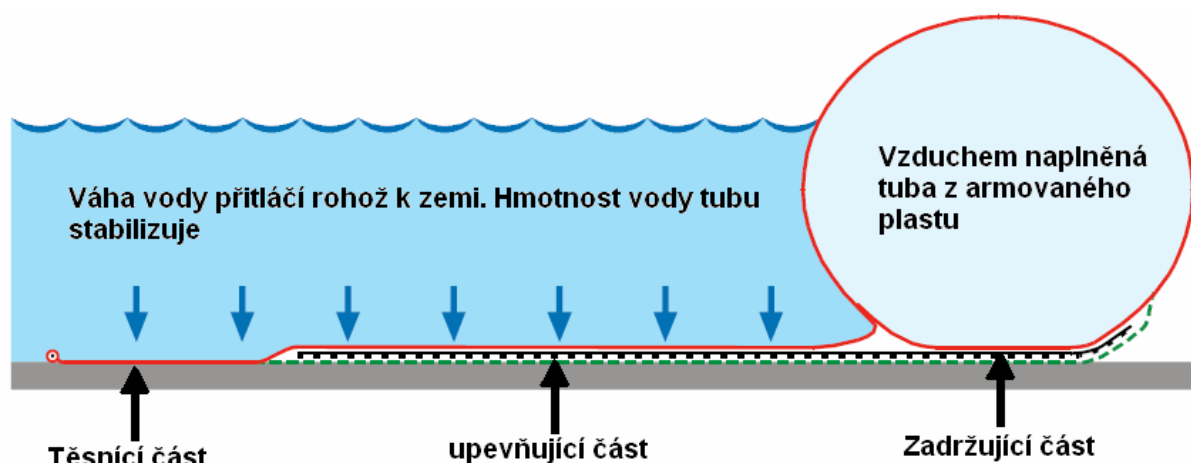
Švédská firma NOAQ vyrábí Tube Wall airfield v překladu tubový val plněný vzduchem. Jedná se o velmi rychlý a účinný systém. Byl úspěšně odzkoušen při povodních ve Švédsku. Tento systém byl také získal prestižní švédské ocenění SKAPA což je ocenění za nejlepší vynález roku ve Švédsku. Také tento systém získal první cenu v prestižní soutěži „Best Inventions“ (nejlepších nápadů) pořádanou v USA. V poslední době se začíná tento systém používat po celém světě dokonce ho otestovalo Ministerstvo vnitra SK – Prezidium hasičského a záchranného sboru a byl chválen pro používání.

### **11.12.1. Technické specifikace, montáž - Tube Wall airfield**

Tento systém se skládá z tubových valů, které jsou z vyztuženého plastu spojeny běžným zipem. plněných vzduchem a vyrábí se ve třech provedení označených TW 50, TW 75, TW 100. Kde TW označuje tubový val a číslo označuje ochranou výšku. Tubové valy se vyrábí v délkách od 5 m do 20 m. Pro použití tohoto systému je nutno také nakoupit vzduchový kompresor pro nafoukání vzduchového valu.

**Tabulka 15: NOAQ TW technické údaje**

Typ	TW 50	TW 75	TW 100
Výška valu (cm)	50	75	100
Šířka valu (m)	1,7	2,4	3,2
Hmotnost valu (kg/m)	3,5	5	7
Min. počet osob pro manipulaci	1	2	4



Obrázek 17: NOAQ TW 100 [16]

**Těsnicí část** je vnější část rohože a je silou vody přitlačena přímo k terénu a tím zabraňuje průniku vody.

**Upevňující část** zajišťuje stabilitu konstrukce tuto stabilitu zajišťuje rozdíl tlaku mezi vrchní a spodní částí rohože. V této části je ještě umístěna drenážní vrstva pro odvod průsaku vody.

**Zadržující část** úloha této části je zadržení vody a je plněna vzduchem o tlaku 5 – 10 kPa.

## Montáž

Před montáží je třeba zkontrolovat podloží jestli je bez ostrých předmětů. Montáž je velmi jednoduchá tubové valy jsou uloženy do přenosných vaků. A na místě se rozbalí, vizuálně zkontrolují jestli nejsou někde porušeny. Po roztažení vaků je nutno upravit polohu tub, aby nebyly taženy šikmo do stran. Po upravení polohy nafoukneme vzduchovou pumpou tuby a v případě potřeby zajistíme proti posunutí několika pytli s pískem nebo kameny nebo dlaždicemi položenými na upevňující část. Spojíme tuby zipem a zipy překryjeme plachtou k tomu určenou. Propojíme tuby vzduchovou hadicí a v místě průsaků dotěsníme těsnicí část štěrkem nebo kamením.

### 11.12.2. Ekonomická stránka nákupu Tube Wall airfield

Dle ceníku firmy [16]

Tabulka 16: Cena TW 100 dle ceníku firmy NOAQ

Typ	Cena za 1 m SEK	Kurz 1 SEK / Kč	Cena za 1 m Kč	Cena za 100 m Kč
TW 100	2 900	2,6	7 540	754 000
Kompresorová spojka	Za 1 ks na 100 m 3 250	2,6		8 450
Celkem				762 000

Tedy 100 m hrazení stojí 762 000 Kč.

### 11.12.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko

Jelikož jsem si vybral ochranou výšku 0,8 m musíme použít typ TW 100 .

$$P.č = \frac{lh}{IMPS} * k = \frac{100}{20} * 1 = 5$$

P.č = celkový počet kusů na stavbu hráze, lh = délka hráze (m) ,IMPS = délka jednoho kusu MPS, k = součinitel ochranné výšky ( počet kusů potřebných k dosažení výšky 0,8 m)

Kvůli váze TW 100 musím s ním manipulovat minimálně 4 osoby. Dle dokumentů výrobce postaví 4 osoby za hodinu 60 m tohoto hrazení.

$$čas = P * č = 5 * 20 * 1,1 = 110$$

čas = celkový čas v min. pro vytvoření hráze (min), č = čas instalace jednoho kusu v min., P = počet kusů systému, g = připočítání 10% časových ztrát při manipulaci s technikou.

Jednoduchým výpočtem lze spočítat, že výstavba hrazení o délce 100 m bude trvat 4 lidem 1 hodinu a 50 min.

### 11.12.4. Efektivita systému Tube Wall airfield

Tento systém je nenáročný na lidské zdroje. Má velkou skladnost je relativně lehký a také byl úspěšně odzkoušen při povodních. Přeprava je také velmi jednoduchá. Balení obsahuje všechny komponenty tubového valu a potřebný materiál je přímo na místě, vzduch pro naplnění tub a voda pro ukotvení je na místě, takže nepotřebují žádné další materiál. Tento systém je také možno po sestavení libovolně posouvat. Nevýhodou je, že pro dotěsnění a

případné ukotvení proti silnému větru je nutno používat pytle s pískem nebo jiný materiál pro zatížení. Tento systém se velmi hodí pro ochranu objektů.

### 11.13. Watergate.

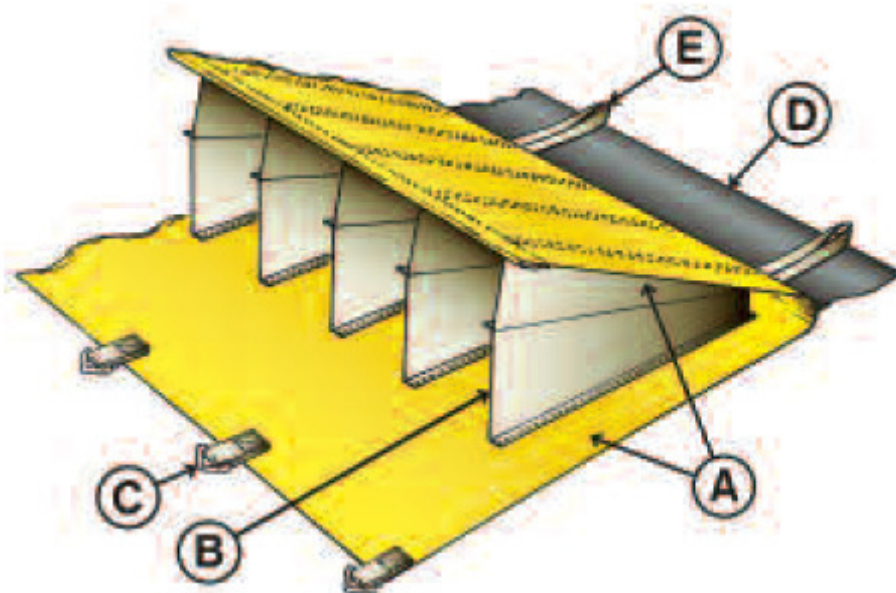
Kanadská firma Megasecur vyrábí protipovodňové stěny s názvem Watergate v překladu vodní brána. Tento systém má být rychlý a velmi efektivní.

#### 11.13.1. Technické specifikace, montáž

Watergate systém se vyrábí ve třech provedení. Tyto provedení se liší velikostí, provedením, materiálem a také ochrannou výškou. Jelikož sem si stanovil ochranou výšku na 0.8 m musím přistoupit k modelu WL – 3950. Protože tento model splňuje požadavky mnou dané. Tento systém je určen pro záplavy a taky regulaci vody. Tento systém používá hmotnost vody ke svému kotvení.

##### Hlavní charakteristiky WL kategorie:

- A – Tkaniny- polyester potažený velmi robustním a odolným PVC
- B – Prodloužené oddíly poskytující lepší přilnavost na hladkém povrchu
- C – Polyesterové pásky pro uchycení pokud je to nezbytné
- D – Pozinkované plechy všité do bariéry jako zátěže
- E – Polypropylenové popruhy k usnadnění manipulace



Obrázek 18: Watergate WL-3950 [17]

### 11.13.2. Technické specifikace Watergate

Pro své vlastnosti byl vybrán typ WL – 3950.

**Tabulka 17: Watergate WL -3950 tech. specifikace**

Název	WL-3950
Ochranná výška systému (m)	1
šířka (cm)	404
délka (m)	15,2
Hmotnost (kg)	145
Minimální počet osob pro manipulaci	5

#### Montáž

Watergate neboli vodní brána se umístí a rozloží v roli v místě použití proti proudu. Jsou složeny ze spodního lemu, který se podhrne na dno vody a zatěžká pytlíky s pískem nebo se ukotví speciálními kolíky, a horního lemu, který se rozhrne na hladině vody tak, aby se voda dostávala bez problémů pod tento lem. Každý modul obsahuje navíc přepážky, které vytvářejí komory, napomáhající k rozložení segmentu proudem vody. Princip je vysvětlen viz. Příloha č.10.

### 11.13.3. Ekonomická stránka nákupu Watergate

Dle ceníku firmy [16]

**Tabulka 18: Cena 100 m hrazení WL-3950**

Typ	Cena za 1 ks EURO	Kurz 1 EURO / Kč	Cena za 1 ks / Kč	Kusů na 100 m	Cena za 100 m Kč
WL - 3950	6050	25,52	154 396	7	1 080 772

Cena 100 m hrazení tohoto systému je 1 080 772 Kč a jelikož není tento výrobek distribuován v ČR. Není zde zahrnuta cena cla a dopravy.

### 11.13.4. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko

Dokumentace výrobce uvádí, že model WL-3950 lze postavit pomocí dvou osob za časový úsek 15 min.

$$P.č = \frac{lh}{lMPS} * k = \frac{100}{15,2} * 1 = 6,6 \cong 7$$



$P \cdot \check{c}$  = celkový počet kusů na stavbu hráze,  $l_h$  = délka hráze (m),  $l_{MPS}$  = délka jednoho kusu (m) MPS,  $k$  = součinitel ochranné výšky (počet kusů potřebných k dosažení výšky 0,8 m)

Na postavení 100 m bariéry tedy budeme uvažovat dva lidi a 7 dílů WL-3950.

$$\check{c}as = P * \check{c} = 7 * 15 * 1,1 = 115,5 \cong 116$$

$\check{c}as$  = celkový čas v min. pro vytvoření hráze (min),  $\check{c}$  = čas instalace jednoho kusu v min.,  $P$  = počet kusů systému,  $g$  = připočítání 10% časových ztrát při manipulaci s technikou.

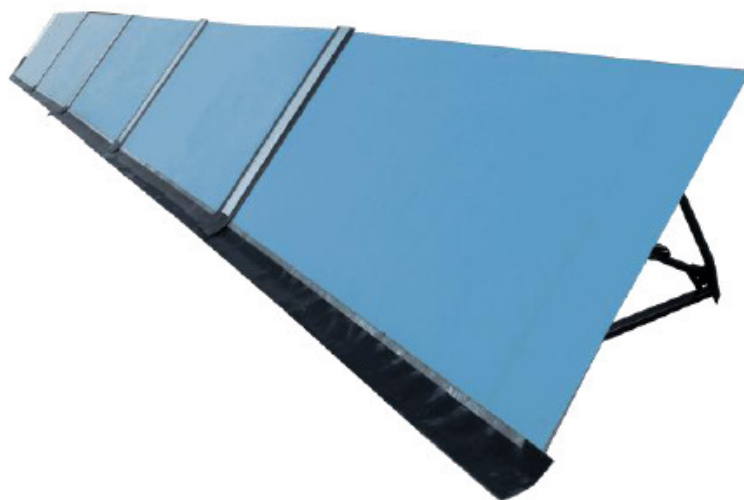
Výstavba hrazení o délce 100 m bude trvat 5 lidem 1 hodinu a 56 min.

#### 11.13.5. Efektivita systému Watergate

Tento systém má obrovskou výhodu v minimalizaci nasazení lidských zdrojů a také v jednoduchosti instalace systému. Systém lze použít opakovaně což je přínosem. Také materiál by měl odolávat chemickým látkám což je při povodních nezbytné. Bohužel výrobce neuvádí dobu životnosti systému. Pozitivní je, že systém se spustí pomocí toku povodňové vody, takže není potřeba dalších strojů na jeho spuštění jen je třeba ho dopravit na místo a instalovat. Dokonce jeden typ této bariéry může být pokládán přímo z nákladního vozu. Systém je rozšířen skoro po celém světě bohužel nebyl v ČR nikdy vyzkoušen. Systém je velmi všestranný a může ochránit jak objekty tak komunikace a území a také může být použit jako regulace průtoku řeky.

#### 11.14. Mobilní protipovodňová zábrana

Tento MPS je vyráběn přímo v ČR a to firmou VOP Dolní Bousov. Tato Mobilní protipovodňová zábrana dále jen MPZ je určena k usměrnění toku vody a odklonění přívalové vlny.



Obrázek 19: VOP –MPZ [18]

### 11.14.1. Technické specifikace, montáž MPZ

Konstrukce je tvořena třemi základními částmi.

#### **Protipovodňovou sklolaminátovou deskou.**

Je vyrobena ze speciálního sklolaminátu s laminátovou ocelovou výztuží. Tento materiál je odolný vůči chemickým látkám, zdravotně nezávadný a stalý co se týká tvaru a struktury. Pokud nedojde k mechanickému poškození, je životnost desky prakticky neomezená. Na této desce je ve spodní části nanýtován gumotextilní pás, který utěsňuje v místě styku s terénem.

#### **Opěrnou konstrukcí typu A**

Je svařena z ocelových profilů a na spodní části opěrné trubky jsou navařeny ocelové hroty bránící posuvu konstrukce.

#### **Spojovacím dílem**

Je sestaven z ocelového plechu, pozinkovaného plechu a gumotextilního pásu. Tento díl zajišťuje pevné a těsné spojení desek.

#### **Montáž**

Montáž je poměrně jednoduchá a začíná přinesením opěrné konstrukce na místo instalace MPZ hmotnost je asi 30 kg. Následuje rozložení opěrné konstrukce do potřebné ochranné výšky a délky. Vzdálenosti mezi konstrukcemi se zkontroluje měrkou. Následně se donesou a instalují protipovodňové desky hmotnost 35 kg. Následuje úprava konstrukce do požadované tvaru a nasazení spojovacích dílů.

**Tabulka 19: Protipovodňová stěna tech. specifikace**

Název	Protipovodňová stěna
Ochranné výšky (m)	0,5 / 1 / 1,5
Rozměry jedné desky (mm)	3000 x 1450
Hmotnost (kg)	65
Teplotní rozmezí používání (°C)	-30 až +50
Materiál	Sklolaminát
Minimální počet osob pro manipulaci	2

### 11.14.2. Ekonomická stránka nákupu MPZ

Dle ceníku firmy [18] jeden metr stojí 12000 Kč. Jednoduchým násobením  $100 \times 12\,000 = 12\,00\,000$  Kč (délka hráze x cena za metr) vypočítáme cenu 100 m hrazení která je 1 200 000 Kč.

**Tabulka 20: Cena systému MPZ**

Typ	Cena 1m Kč	Cena za 100 m Kč
MPZ	12 000	1 200 000

### **11.14.3. Počet osob potřebných pro sestavení a časové hledisko**

Dle odhadu a zkušeností výrobce je možno sestavit šesti proškolenými osobami 9 m hrazení do 12 min.

$$P \cdot \check{c} = \frac{lh}{lMPS} * k = \frac{100}{3} * 1 = 33,3 \approx 34$$

P.č = celkový počet kusů na stavbu hráze, lh = délka hráze (m) ,lMPS = délka jednoho kusu (m) MPS, k = součinitel ochranné výšky ( počet kusů potřebných k dosažení výšky 0,8 m)

Na postavení 100 m bariéry tedy budeme uvažovat šest lidí a 34 dílů.

$$\check{c}as = P * \check{c} = 34 * 4 * 1 = 136$$

čas = celkový čas v min. pro vytvoření hráze (min), č = čas instalace jednoho kusu v min., P = počet kusů systému, g = připočítání 10% časových ztrát při manipulaci s technikou.

Výstavba hrazení o délce 100 m bude trvat 6 lidem 2 hodinu a 16 min.

### **11.14.4. Efektivita systému MPZ**

Tento systém je dostupný v ČR je certifikovaný a schválený pro použití v ČR. Velkou nevýhodou je náročnost na lidské zdroje. Osoby manipulující s tímto systémem musí být proškoleny a toto školení podle výrobce se má opakovat minimálně jednou ročně. Pokud s tímto systémem budou manipulovat neproškolené osoby hrozí velká časová prodleva při instalaci a také hrozí špatná instalace a následná nefunkčnost systému. Jeho výhodou jsou poměrně lehké díly a velká odolnost materiálu. Tento systém lze použít opakovaně, má dlouhou životnost a je velmi odolný proti tlaku vody a předmětům, která povodeň unáší. Tento systém také lze po sestavení přenášet, ale jen s velkými obtížemi a výrobce to nedoporučuje.

## **11.15. Multikriteriální analýza (rozhodovací analýza)**

Rozhodovací analýza je jedním z nástrojů, který pomůže s rozhodnutím v případě, že existuje několik kritérií, podle kterých hodnotíme jednotlivé. Rozhodovací analýza je však k takovému hodnocení vhodnější. Počet kritérií zde není omezen. Úkolem rozhodovací analýzy je

přehledně zpracovat dostupné informace a pokud možno objektivně je zanalyzovat s cílem doporučit jednu, nebo několik málo variant k realizaci. Rozhodovací analýza je podklad pro rozhodování manažera, tedy obvykle jiné osoby než analýzu vytváří, často dokonce z jiného oboru než je předmět rozhodnutí. [25]

### 11.16. Zhodnocení MPS

V této tabulce jsou uvedeny MPS, které splnili podmínky výběru. Hodnocení celkové efektivity jsem provedl čísly od 1 do 10 (1 – nejlepší, 10 – nejhorší). A hodnocení jsem provedl na základě multikriteriální analýzy (poměr užitnosti a rizika) viz. Příloha č.16.

**Tabulka 21: Zhodnocení MPS na stavbu hráze s min. ochrannou výškou 0,8**

MPS [anglický název/ český ]	Dostupnost v ČR / testováno v ČR	Počet kusů hrazení	Počet osobo pro sestavení	Doba instalace [hod.]	Cena na 100 m hráze [Kč]	Celková efektivita
Klasické pytle	ANO / ANO	3100	75	4,5	50 446	8
Tandemové pytle	ANO / ANO	3000	20	2	85 635	7
HPVNJIM <sup>1)</sup>	ANO / ANO	9	8	4,5	524 250	6
Pryžotextilní stěny Rubena	ANO / ANO	20	10	1,13	486 800	4
Tiger dam / tygří hráz	ANO / NE	21	8	0,96	965 880	3
Damlite GS 80	ANO / NE	134	4	0,5	370 000	1
Tube wall / tubový val	ANO / NE	5	4	1,83	762 000	3
Watergate /vodní brána	NE/NE	7	5	1,93	1080772	2
MPZ <sup>2)</sup>	ANO/ANO	34	6	2,26	1200000	5

<sup>1)</sup>Hrazení plněné vodou nebo jiným inertním materiálem;

<sup>2)</sup> Mobilní protipovodňová zábrana

Při hodnocení celkové efektivity jsem vycházel z poměru užitenosti a rizika prostředků protipovodňové ochrany, která je součástí mutikriteriální analýzy. Vyhodnocení analýzy poukazuje na nejvhodnější protipovodňový systém Damlite GS 80.

Celková doba sestavení vychází nejlépe pro 3 skupiny MPS a to:

- Systém Damlite Gs 80
- Systém Tiger dam
- Pryžotextilní stěny Rubena

Z hlediska náročnosti na lidský faktor potřebují ke stavbě nejméně lidí 3 MPS a to:

- Systém Damlite GS 80
- Systém Tube wall
- Systém Watergate

Nejméně dílů hrazení disponují 2 skupiny MPS a to:

- Systém Tube wall
- Systém Watergate

U stanovování počtu dílů jsem vycházel ze standardních rozměrů prostředků. Náklady na MPS z hlediska celkové ochrany proti povodním jsou dost vysoké, ale v porovnání se škodami co může napáchat povodeň jsou minimální.

## 12. Závěr

Ve své bakalářské práci jsem uvedl základní technické prostředky protipovodňové ochrany. Také jsem zde uvedl základní charakteristiky povodně, některé právní předpisy povodňové ochrany a také jsem nastínil základní strukturu povodňových plánů. Provedl jsem základní rozdělení skupin technických prostředků protipovodňové ochrany. U každé skupiny technických protipovodňových prostředků jsem zhodnotil jejich využití v každé z kapitol. V největší míře jsem se zaměřil na mobilní prostředky protipovodňové ochrany. Vybral jsem několik prostředků z každé skupiny u níž jsem uvedl základní princip, charakteristiky a zhodnotil jejich účinnost a také ekonomickou stránku nákupu, což bylo cílem mé bakalářské práce. Tento cíl se mi povedlo téměř splnit. Porovnávání mezi skupinami technických protipovodňových prostředků jsem neprováděl. Každý prostředek je určen na jiný typ území a je určen pro specifické použití, proto by moje srovnání mohlo být zavádějící. Porovnání ekonomické stránky nákupu jsem nesplnil u prostředků protipovodňové ochrany pláště budov a stacionárních mobilních systémů, jelikož výrobci neposkytli informace o cenách. Taktéž u statických prostředků protipovodňové ochrany jsem nenaplnil cíl ekonomické stránky nákupu, protože můj odhad přesné ceny by mohl být zavádějící. U ekonomického hodnocení MPS jsem provedl základní výpočty a uvedl cenu. Ta však postupem času nemusí být aktuální. Některé ceny MPS, zvláště u zahraničních výrobců nezahrnují ceny dopravy ze zahraničí a cla ČR.

Zhodnocení MPS jsem provedl na základě multikriteriální analýzy. Výsledky analýzy jsem uvedl v přehledné tabulce. Nejlépe analýzou hodnocený byl systém Damlite GS 80. Bohužel tento systém nebyl zatím v ČR používán a odzkoušen.

Výsledek analýzy sice poukázal na lepší systémy protipovodňové ochrany než jsou klasické pytle, ale také poukázal na nepostradatelnost klasických pytlů. Jelikož tyto pytle se používají u většiny MPS jako podpůrný prostředek k dotěšňování a taky k dorovnávání teréních nerovností.

U MPS nebyla v ČR zatím zpracován žádný předpis, který by určoval použití, výběr a celkové hodnocení MPS. U hodnocení technických prostředků protipovodňové ochrany jsem z větší části vycházel z údajů dodanými výrobcí systémů.

Má bakalářská práce se může uplatnit v oborech územního plánování, ochrany obyvatel a také by mohla sloužit HZS krajů jako přehled vybraných technických prostředků protipovodňové ochrany.

### 13. Použitá literatura

- [1] Česká republika. Zák. č. 254/2001 Sb. o vodách. In *Sbírka zákonů*, ČR. 2001, ., s. 1-90.
- [2] Ing. MATĚJKA, Jiří . *Metodická příručka pro stavbu mobilních a protipovodňových stěn*. První : MV- generální ředitelství HZS ČR, 2003. 137 s. ISBN 80-86640-16-7
- [3] Ing. KOVÁŘ, Milan. *Ochrana před přirozenými a zvláštními povodněmi*. [s.l.] : Tiskárna MV p.o., 2003. 37 s. ISBN 80-86640-17-5.
- [4] L.J., Bren. *Riparian zone, stream and floodplain issues* [online]. [s.l.] : [s.n.], 1993 [cit. 2010-03-22].  
Dostupné z WWW: <<http://www.southwestnrm.org.au/information/downloads/Kingsford-RT-2000-Ecological-impacts-of-dams-water-diversions-and-river.pdf>>.
- [5] *Strategie ochrany před povodněmi na území ČR, schválená vládním usnesením č.382 ze dne 19. dubna 2000*. [s.l.] : [s.n.], 2000. 12 s. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie\\_ochrany\\_povodne/\\$FILE/OOV\\_strategie\\_povodne\\_20000419.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/strategie_ochrany_povodne/$FILE/OOV_strategie_povodne_20000419.pdf)>.
- [6] ING. SLAVÍKOVÁ, Lenka, et al. *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných celcích* [online]. Praha : [s.n.], 2007 [cit. 2010-03-22]. Dostupné z WWW: <[http://www.ireas.cz/cz/vyzkum\\_a\\_poradenstvi/zivotni\\_prostredi/params/332.html](http://www.ireas.cz/cz/vyzkum_a_poradenstvi/zivotni_prostredi/params/332.html)>. ISBN 978-80-86684-48-2.Ii
- [7] TVN 75 29 31. *ODVĚTOVÁ TECHNICKÁ NORMA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ - povodňové plány*. [s.l.] : [s.n.], 2006. 37 s.

#### Použité elektronické zdroje

- [8] Povodňový plán české republiky [online]. 2006 [cit. 2010-03-22]. Dostupné z WWW: <[http://www.dppcr.cz/html\\_pub/](http://www.dppcr.cz/html_pub/)>.
- [9] HZS MSK [online]. 2010 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.hzsmsk.cz/>>.
- [10] Romak group s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.romak.cz/Pages/PytleaRukavy/Polypropylenove.htm>>.
- [11] [Http://DVOUKOMOROVÉ TANDEMÓVÉ PROTIPOVODŇOVÉ PYTLE](http://DVOUKOMOROVÉ_TANDEMÓVÉ_PROTIPOVODŇOVÉ_PYTLE) [online]. 2010 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.protipovodnim.cz/>>.
- [12] Svitap [online]. 2009 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.svitap.cz>>.
- [13] Rubena [online]. 2008 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.rubena.eu/>>.

- [14] Reo Amos [online]. 2008 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://reoamos.cz/>>.
- [15] Damlite [online]. 2007 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://damlite.se/>>.
- [16] NOAQ Flood protection AB [online]. 2003 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.noaq.com/>>.
- [17] Megasecur [online]. 2009 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.megasecur.com/>>.
- [18] Vop-db [online]. 2009 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.vop-db.cz/ramec.htm>>.
- [19] *Hlásná a předpovědní služba* [online]. 2010 [cit. 2010-03-29]. Dostupné z WWW: <<http://hydro.chmi.cz>>.
- [20] *DPS 2000* [online]. 2010 [cit. 2010-04-12]. AVAPS. Dostupné z WWW: <<http://avaps.cz/index.php/cs/produkty/protipovodnova-ochrana/dps-2000>>.
- [21] Průmyslové a bariérové systémy [online]. 2007 [cit. 2010-04-12]. Skleněné zábrany. Dostupné z WWW: <<http://www.pbs-rotava.cz/cz/produktbereiche/hochwasserschutz-glaswaende.html>>.
- [22] Protipovodňové zábrany [online]. 2007 [cit. 2010-04-12]. SAT consult s.r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.satconsult.cz/zabrany.html>>.
- [23] *Časopis 112* [online]. 2003 [cit. 2010-04-12]. Archiv MVCR. Dostupné z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/150hori/2003/srpen/matejka.html>>.
- [24] *Efektivní protipovodňová ochrana budov* [online]. 2010 [cit. 2010-04-12]. Lekosta. Dostupné z WWW: <<http://www.lekosta.cz/povodne/default.htm>>.
- [25] ING. ŠENOVSKÝ, Pavel. *Modelování rozhodovacích procesů* [online]. Ostrava : [s.n.], 2006 [cit. 2010-04-15] Dostupné z WWW: <<http://www.fbi.vsb.cz/okruhy/studium/podklady-ke-studiu/studijni-materialy>>



## **14. Seznam použitých zkratek**

UKP – Ústřední povodňová komise

HZS ČR – Hasičský záchranný sbor České republiky

ZZS ČR – Zdravotnická záchranná služba české republiky

JPO – Jednotky požární ochrany

MPS – Mobilní protipovodňový systém

STPPO – Statické prostředky protipovodňové ochrany

USA – Spojené Státy Americké

PS – Požární stříkačka

SK – Slovenská republika

MPZ – Mobilní protipovodňová zábrana

HZS MSK – Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje

SEK – Švédská koruna

MPZ – Mobilní protipovodňová zábrana

## 15. Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdělení povodní .....	11
Obrázek 2: Poldr Soutok .....	21
Obrázek 3: Ochrana pláště hliníkovými profily [21].....	22
Obrázek 4: Ochrana pláště ocelové, plastové pláty [24] .....	23
Obrázek 5: Ochrana pláště speciální folií [23] .....	23
Obrázek 6: Stacionární systém DPS 2000 [20] .....	26
Obrázek 7: Stacionární systém skleněné zábrany [21].....	26
Obrázek 8: Stacionární systém SAT consult s.r.o. [22] .....	26
Obrázek 9: Klasické pytle [10].....	29
Obrázek 10: Víceřadé jednosměrné stavění hráze [9] .....	30
Obrázek 11: Naplněný tandemový pytel [11].....	31
Obrázek 12: Tandemový pytel rozměry [9] .....	32
Obrázek 13: Hrazení plěná vodou nebo inertním materiálem varianta A [9] .....	33
Obrázek 14: Pryžotextilní vak Rubena [13] .....	35
Obrázek 15: Tiger dam systém [14] .....	37
Obrázek 16: Damlite GS 80 [15].....	39
Obrázek 17: NOAQ TW 100 [16] .....	42
Obrázek 18: Watergate WL-3950 [17].....	44
Obrázek 19: VOP –MPZ [18].....	46

## 16. Seznam tabulek

Tabulka 1: Výskyt povodní v ČR.....	10
Tabulka 2: Klasické pytle tech. specifikace .....	29
Tabulka 3: Cena hráze z pytlů v dvouřadě v dvouřadě vazbě .....	30
Tabulka 4: Tademové pytle ekonomická stránka .....	32
Tabulka 5: Tandemové pytle - časový odhad stavby hráze.....	32
Tabulka 6: Hrazení plněné vodou nebo inertním materiálem tech. specifikace.....	34
Tabulka 7: Ekonomická stránka nákupu hrazení plněná vodou nebo jiným inertním materiálem .....	34
Tabulka 8: Časový odhad stavby hrazení plněné vodou nebo jiným inertním materiálem.....	35
Tabulka 9: Pryžotextilní stěna Rubena tech. parametry .....	36
Tabulka 10: Ekonomická stránka nákupu vaků Rubena .....	36
Tabulka 11: Tiger dam tech. specifikace .....	37
Tabulka 12: Ekonomická stránka nákupu Tiger dam.....	38
Tabulka 13: GS 80 tech. specifikace .....	40
Tabulka 14: Ekonomická stránka nákupu Damlite GS 80 .....	40
Tabulka 15: NOAQ TW technické údaje .....	41
Tabulka 16: Cena TW 100 dle ceníku firmy NOAQ.....	43
Tabulka 17: Watergate WL -3950 tech. specifikace .....	45
Tabulka 18: Cena 100 m hrazení WL-3950 .....	45
Tabulka 19: Protipovodňová stěna tech. specifikace.....	47
Tabulka 20: Cena systému MPZ .....	48
Tabulka 21: Zhodnocení MPS na stavbu hráze s min. ochrannou výškou 0,8.....	49

## **17. Seznam příloh**

- Příloha č.1. Tabulka Závislost doby stavby na počtu pytlů v hrázi a počtu stavebníků
- Příloha č.2. Tabulka závislosti spotřeby pytlů na délce, typu vazby hráze  
( ochranná výška 1,5 m)
- Příloha č.3. Tabulka: tandemové pytle Závislost potřeby písku a doby plnění pytlů na  
rozměrech hráze
- Příloha č.4. Tabulka: Tandemové pytle Čas vlastní stavby různých hrází bez plnění pískem  
- stavěno 20 osobami
- Příloha č.5. Tandemové pytle tabulka potřeby počtu pytlů v závislosti na výšce a délce  
hráze
- Příloha č.6. Obrázek plničky tandemových pytlů
- Příloha č.7. Způsoby kladení tandemových pytlů
- Příloha č.8. Varianty délek hráze z vaků Rubena
- Příloha č.9. Varianta pro plnění vaků RUBENA
- Příloha č.10. Tabulka výsledků pro variantu s blízkým zdrojem vody dle HZS MSK
- Příloha č.11. Obrázek principu roztažení Watergate
- Příloha č.12. Princip uchycení systému Watergate
- Příloha č.13. Obrázek: Damlite GS 80 prodloužení ochranné výšky
- Příloha č.14. Převoz systému Damlite GS 80
- Příloha č.15. Protipovodňová hráz – nábreží Praha
- Příloha č.16. Protipovodňová stěna
- Příloha č.17. Multikriteriální analýza